

INFINITE RECHARGE



FIRST® 崛起 SM 由“星球大战：汇聚原力助力未来”呈现

2020 FIRST® 机器人竞赛

赛事与赛季规则手册



目录

1	介绍.....	4
1.1	关于 FIRST®.....	4
1.1	纪念故人.....	4
1.2	FIRST 机器人竞赛.....	4
1.3	高尚与专业精神, FIRST 信条之一.....	5
1.4	互助.....	6
1.5	志愿精神.....	7
1.6	本文档及惯例.....	2
1.7	手册翻译及其他版本.....	3
1.8	团队更新.....	3
1.9	问答系统.....	4
2	比赛概览.....	5
3	赛场.....	6
3.1	场地.....	6
3.2	区域与标记.....	8
3.3	护盾发生器.....	10
3.3.1	护盾发生器主体结构.....	11
3.3.2	护盾开关.....	11
3.3.3	边界线.....	13
3.3.4	护盾发生器灯光.....	14
3.4	联盟站.....	14
3.4.1	联盟墙.....	14
3.5	壕沟.....	21
3.5.1	控制圆盘.....	22
3.6	能量电池.....	25
3.7	视觉目标.....	25
3.8	场地控制系统.....	27
4	比赛内容.....	29
4.1	设置.....	29
4.1.1	能量电池.....	29
4.1.2	机器人們.....	30
4.1.3	上场人员.....	30
4.2	自动阶段.....	30

4.3	手动阶段.....	31
4.4	计分.....	31
4.4.1	能量接口计分.....	31
4.4.2	护盾发生器计分.....	31
4.4.3	控制圆盘计分.....	32
4.4.4	护盾开关计分.....	41
4.4.5	分值.....	33
4.5	规则违反.....	34
4.5.1	违反细节.....	34
4.6	操控组.....	35
4.7	赛场后勤.....	36
5	安全规则.....	37
6	言行规则.....	39
7	赛场规则：机器人.....	45
7.1	比赛前及比赛后.....	45
7.2	比赛进行阶段.....	45
7.2.1	比赛进行阶段.....	45
7.2.2	与能量电池互动.....	46
7.2.3	特殊区域的限制.....	47
7.2.4	机器人限制.....	49
7.2.5	机器人之间的互动.....	50
7.2.6	与场地互动.....	52
8	赛场规则：上场人员.....	53
8.1	比赛前.....	53
8.1.1	比赛进行阶段.....	54
8.2	赛场内.....	55
9	机器人搭建规则.....	67
9.1	总览.....	67
9.2	通用机器人设计准则.....	69
9.3	机器人安全与伤害防范.....	71
9.4	预算限制与制造进度.....	72
9.5	保险杠规则.....	77
9.6	马达和传送装置.....	75
9.7	电力分配.....	78
9.8	控制，命令和信号系统.....	84

9.9	气动系统.....	88
9.10	操控设备.....	91
10	机器检查与机检合格的规则.....	93
11	比赛赛制.....	97
11.1	比赛日程.....	107
11.2	与裁判互动.....	107
11.2.1	红黄牌判罚.....	108
11.3	重赛.....	109
11.4	场地测量.....	110
11.5	练习赛.....	110
11.5.1	练习赛候补队.....	100
11.6	资格赛.....	110
11.6.1	资格赛赛程.....	110
11.6.2	比赛安排.....	101
11.6.3	资格赛排名.....	111
11.7	淘汰赛.....	112
11.7.1	联盟选择.....	112
11.7.2	淘汰赛对阵表.....	113
11.7.3	Pit 区成员相关.....	115
11.7.4	比赛暂停.....	115
11.7.5	替补队伍.....	116
11.8	地方赛晋级模型.....	118
11.8.1	地方赛赛制.....	118
11.8.2	地方赛总决赛晋级条件.....	121
11.8.3	分赛区制的地方赛总决赛.....	121
11.9	参加 FIRST 总决赛的条件.....	123
11.9.1	外卡.....	124
11.9.2	地方赛队伍参加 FIRST 总决赛的条件.....	125
11.10	FIRST 总决赛：新增与例外.....	126
11.10.1	四支队伍的联盟.....	127
11.10.2	FIRST 总决赛 Pit 区成员相关.....	128
11.10.3	FIRST 总决赛淘汰赛.....	129
11.10.4	FIRST 总决赛的暂停时间.....	130
12	词汇表.....	131

1 介绍

INTRODUCTION

1.1 关于 FIRST®

FIRST® (For Inspiration and Recognition of Science and Technology)由发明家迪恩卡门 (Dean Kamen) 建立, 旨在激发青少年对科学技术的兴趣. **FIRST** 总部位于新罕布什尔州的曼彻斯特, 是一家非盈利公共慈善机构。

FIRST 所属四大项目:

- **FIRST®** 机器人竞赛, 适合初三到高三, 14 至 18 周岁
- **FIRST®** 技术挑战赛, 适合初一到高三, 12 至 18 周岁
- **FIRST®** 乐高 (LEGO®) 联赛, 适合小四到初二, 9 至 14 周岁(北美以外则为 9 至 16 岁)
- **FIRST®** 乐高 (LEGO®) 幼年联赛, 适合幼儿园到小四, 6 至 10 周岁

请访问我们的 **FIRST** 官方网站: www.firstinspires.org 获取更多关于 **FIRST** 项目的信息。

1.1 纪念故人

在 2019 年 10 月, 伍迪弗劳尔斯博士

(Dr. Woodie Flowers) 作为一位设计学及工程学教育的创新者, 无与伦比的 **FIRST** 顾问以及 **FIRST** 使命的支持者 (见右图) 离开了我们。忠心感谢伍迪先生给全世界所贡献的一切。他的遗产将显而易见的通过我们社区的高尚本质及我们对强化教育者和打造全球化的持续承诺而延续下去。



Figure 1-1 Dr. Woodie Flowers, 1943-2019

1.2 FIRST 机器人竞赛

FIRST 机器人竞赛 (简称 **FRC**) 是由中学生和成年人导师 (主要为工程师和老师) 组成队伍来设计和建造能与替他队伍在高对抗环境中相互竞争的机器人竞赛

这种校队形式的智力竞赛结合了体育比赛的兴奋和科学技术的严谨。在严格的规则, 有限的资源及时间限制下, 队伍里的学生们将接受筹集经费, 设计队伍 “品牌”, 磨练团队合作技巧等诸多挑战, 搭建和编程机器人完成规定的任务对抗其他竞争者们。**FRC** 将让学生尽可能的接近真实的工程学环境。

每年一月的 **FRC** 开题日活动 (Kickoff) 都会介绍全新的具有挑战性的赛季比赛内容。这些精彩的竞赛把科学技术的实际运用与冠军锦标赛级别的体育赛事所带来的快乐, 激烈能量和兴奋融合在了一起。队伍会受到鼓励去展现高尚与专业精神 (*Gracious Professionalism®*), 帮助其他队伍, 并与其他队伍合作参与竞争, 这也称为互助 (*Coopertition®*)

在 2020 年, **FRC** 会有约 4000 支队伍近 10 万名中学生参加。这些队伍不但来自美国各个州, 其中还有很多来自美国以外的其他国家和地区。

所有 FRC 参赛队伍将参与到 66 个区域赛，105 个地区赛，11 个地区赛总决赛的比赛中。此外，将有约 800 支队伍获得参加四月或五月举办的其中一场 FIRST 总决赛的资格。

本年度比赛与本手册将在 2020 年 1 月 4 日周六的 FRC 开题日活动中公开。

在开题日活动中，所有的队伍将：

- 第一次观看到 2020 赛季比赛内容“无限充能”（INFINITE RECHARGESM）的全貌
- 了解到 2020 赛季比赛的规则与章程
- 收取一套于开题日活动时发放的套件，作为机器人搭建的起点

1.3 高尚与专业精神，FIRST® 信条之一

高尚与专业精神（*Gracious Professionalism*[®]）是 FIRST 精神的一部分，是一种做事的方式，鼓励高质量的工作，认可他人的价值，尊重个人与社区。

高尚与专业精神并没有明确的单一定义。它可以也应该对每个人来讲含有不同的意义。

一些对于高尚与专业精神的可能的解释包含：

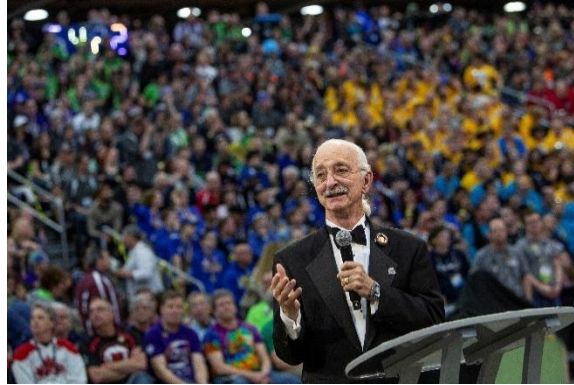
- 高尚的态度和表现总是双赢的
- 高尚的人们尊重他人，会在言谈举止中经常表现出来
- 具备专业精神的人们具备特别的知识，并由负责任的运用这些知识而受到社会的信任
- 高尚与专业精神的持有者们以各种方式创造有价值的贡献来让他人以及自己感到快乐

以 FIRST 的理念来看，这意味着所有队伍与参与者们应该：

- 学会成为强有力的竞争者，但也要在这个过程中相互尊重并施以善意
- 避免让任何人感到他们在被排挤或不被欣赏

知识，自豪和着想应该是令人愉快的融合在一起的。

最后，高尚与专业精神是追求有意义人生的一部分。当具备专业精神的人以一种高尚的方式运用知识，个人行动上体现了正直与敏感性，那么每个人都会是胜利者，整个社会都将受益。



FIRST 精神鼓励以高质量，多见多闻的工作方式让每个人都感到自身是有价值的。高尚与专业精神对 *FIRST* 精神的部分做了很好的阐述，是让 *FIRST* 变得与众不同与杰出的原因的一部分。

- 伍迪弗劳尔斯博士, (1943 – 2019)
卓越的 *FIRST* 顾问

经常花时间和你的队伍温习和强化认识这个理念是个不错的主意。我们推荐给你的队伍举一些关于高尚与专业精神的真实案例，比如某些队伍把有用的材料或自身专长出借或教授给别的队伍，而那支队伍必定会作为对手出现在赛场上。在赛事中习惯性凸显机会展现高尚与专业精神，并鼓励队伍成员提出各种可以通过外联活动来宣传这种品质的方法。

1.4 互助

在 *FIRST*，互助（*Coopertition*®）是在面对激烈的竞赛中表现出的纯粹的好意和尊重。互助是建立在队伍间即使是竞争对手依然能且应该相互帮助，相互合作的理念和哲学之上的。互助包含从队友及导师那里学习。互助意味着在竞争中也要在可以的情况下协助或帮助他人

来自伍迪弗劳尔斯奖获奖者们的留言：

伍迪弗劳尔斯奖是 *FIRST* 声望最高的导师奖。2015 年 *FIRST* 总决赛的伍迪弗劳尔斯奖获奖者把一份重要的获奖感言留给了所有 *FRC* 队伍在面对每个赛季的时候去思考。

以最佳状态来表现是重要的，获取胜利是重要的。因为这是一场竞赛。

然而，以公平的方式获取胜利，为自己能达成目标感到自豪及如何达成目标是更重要的。*FIRST* 可以制定规则和惩罚来涵盖几乎任何场景和状况，但我们更喜欢一个有着更简单的规则，易于理解的比赛，这允许我们在设计中可以思考更多，更具有创造性。

我们想知道我们的伙伴和对手正以最佳状态参与到每场比赛中。我们想知道他们是在公平公正的参与比赛而不是采取一些有着受质疑行为的比赛策略。

当在制作机器人或在写奖项陈述，在为竞赛或每场比赛做准备，在制定或实施比赛策略，在过好每一天生活的时候，别忘了伍迪博士重复过的话语，让“我们的长辈感到自豪”。

<i>Woodie Flowers</i>	<i>Dave Kelso (131)</i>	<i>Earl Scime (2614)</i>
<i>Liz Calef (88)</i>	<i>Paul Copioli (3310, 217)</i>	<i>Fredi Lajvardi (842)</i>
<i>Mike Bastoni (23)</i>	<i>Rob Mainieri (812, 64, 498, 2735, 6833)</i>	<i>Lane Matheson (932)</i>
<i>Ken Patton (51, 65)</i>	<i>Dan Green (111)</i>	<i>Mark Lawrence (1816)</i>
<i>Kyle Hughes (27)</i>	<i>Mark Breadner (188)</i>	<i>Eric Stokely (258, 360, 2557, & 5295)</i>
<i>Bill Beatty (71)</i>	<i>John Novak (16, 323)</i>	<i>Glenn Lee (359)</i>
<i>Dave Verbrugge (5110, 67)</i>	<i>Chris Fultz (234)</i>	<i>Gail Drake (1885)</i>
<i>Andy Baker (3940, 45)</i>	<i>John Larock (365)</i>	<i>Allen Gregory (3847)</i>

1.5 志愿精神

拥有首席头衔的志愿者们给 **FIRST** 社区的留言：

“回馈”和“传递” - 这些词是导师，教练，志愿者奉献他们的时间给 **FIRST** 的动力。

我们知道志愿者工作，无论是在赛场上还是和一支队伍，都对任何参与者有着巨大且终身的影响。每位学生，教师，赛事志愿者，导师，教练，和家庭成员都在每个赛季相互间的互动中学习和成长。

当你们参加赛事与志愿者互动的时候，记住他们正在放弃他们最宝贵的财富“时间”来确保每支队伍都能有个充实，充满乐趣和回忆的比赛。志愿者们是 **FIRST** 的命脉。没有他们 **FIRST** 就不会取得现在的成就和地位。我们期望大家别忘了“高尚与专业精神（Gracious Professionalism®）是 **FIRST** 精神的一部分，是一种做事的方式，鼓励高质量的工作，认可他人的价值，尊重个人与社区。”在你们的下一场赛事中，给志愿者一个击掌或击拳，并说句“谢谢”。

赛事志愿活动是一项有益的体验，我们欢迎每个人在生活的磨练中能休息片刻，加入到我们中来。

是什么让赛事志愿活动如此有趣:

- 看着有才干的学生们学习和成长
- 和其他很棒的志愿者结交新朋友
- 成为赛事成功举办的一份子
- 把 *FIRST* 理念传递给还不知道的人们
- 把赛事志愿经验带回到自己的队伍中

请加入我们并用志愿者鞋走上几英里。获取传递和回馈的机会，我们等不及想要见到你成为我们的志愿者。 [FIRST Website](#) *FIRST* 官网拥有最全的资讯能让你知道哪些赛区需要你的帮助，以及你适合哪些志愿者岗位。

Chief Field Supervisors 首席比赛场地主管 – Paul George & Scott Goering

Chief Judge Advisors 首席评委顾问 – Allen Bancroft & Cindy Stong

Chief Referees 首席裁判 – Aidan Browne & Jon Zawislak

Chief Robot Inspectors 首席机器人检查员 – Al Skierkiewicz & Chuck Dickerson

Chief Volunteer Coordinators 首席志愿者协调员 – Laurie Shimizu & Sarah Plemmons

1.6 本文档及惯例

2020 赛季规则手册是所有 FRC 队伍获取 2020 赛季和“无限充能”比赛的信息来源。阅读本手册可以找到如下细节:

- 关于“无限充能”比赛的总览概述
- 关于“无限充能”比赛赛场的细节
- 关于“无限充能”如何比赛的描述
- 所有赛季规则（例如安全，举办，比赛进行，机器检查等等诸多方面的）
- 队伍如何在 2020 的比赛中晋级和整个赛季的走向

所有赛事参与者应研读比赛现场规则手册（[Event Rules Manual](#)），这份手册详细的讲述了比赛现场的规则和长期以来对赛事的期望。比赛现场规则手册作为赛季规则手册的补充，和赛季规则手册具有同等重要性。

本手册的目的是使文本准确，唯一地表示其内容。请避免依据意图的假设，历届规则的执行，或实际中可能发生的状况对规则内容进行解释。如果你阅读了本手册的所有内容，那你就知晓了本赛季的一切，没有任何隐藏的要求和限制。

整个章节里会高亮一些警告，注意事项，关键词和段落。这些惯例是提醒阅读者这是重要信息，目的也是打算帮助队伍用安全的方法来搭建符合规则的机器人

指向本规则其他章节或外部文章的链接文字会以蓝色字体带下划线（blue underlined text）来表示。

在 FRC 和“无限充能”中具有特别意义的关键词会在词汇表（[Glossary](#)）章节解释定义，并且在本规则中全部采用粗体来表示。（英文文档里此类关键词全部由大写字母）

规则的编号方案采用某规则英文单词的首字母加序列数字的系统（比如安全规则首字母为“S,” 比赛规则首字母为“G,” 等等）。具体到哪条规则也是采用这种方案（比如“S1”属于安全规则（[Safety Rules](#)）章节的第一条）。

警告，注意事项和要点通常出现在蓝框中。蓝框中的内容需要特别留意，因为这些内容会对规则产生的缘由提供有用信息，帮助理解和解释规则，并可能在受规则影响的系统中提供实例作为参考。

虽然蓝框中的内容是手册的一部分，但它们并不和赛季规则具有同样的权重。假如因为疏忽使得蓝框中的内容和规则内容有冲突的时候，以规则为准。

英制尺寸后面会用带括号的公制尺寸标注以方便使用公制尺寸的参与者获得大概的尺寸或重量。公制尺寸的换算（比如**场地**尺寸）会四舍五入到整数，例如“17 英寸(约 43 厘米)”和“6 英尺 4 英寸(约 193 厘米)”。公制转换的四舍五入使公制尺寸符合规则要求（也就是最大值向下取整，最小值向上取整）。但公制转换只是为了提供参考上的便利，无法替代在本手册及场地图纸中的英制尺寸作为官方尺寸的作用（也就是场地尺寸和规则尺寸将通过英制单位来测量）。

一些章节和规则包含了口语，也称为标题，旨在简明扼要的表述该规则或规则集。这类口语使用**蓝色加粗字体 (bold blue text)** 予以区分。规则中使用的特定语句与口语之间产生的任何分歧都是错的。规则中的特定语句具有最高权威性。如果你发现了差异，请通知我们（[let us know](#)），我们会纠正它。

团队资源通常因为不随赛季而改变（比如对赛事的期待，一些交流资源，团队组织结构的建议，机器人运输程序和奖项描述等），所以不会出现在手册中，可以访问 **FRC** 官网来获得这些信息（[FIRST Robotics Competition website](#)）

1.7 手册翻译和其他版本

“无限充能”的赛季规则手册最初是由英语编写，偶尔会为了帮助英语不是母语的队伍而翻译成其他语言。

基于文本的英语版本只可提供给利用辅助设备的视力和听力障碍人士使用，不能用作重新分配。想获取这方面更多的消息，请发邮件联络 frcteamadvocate@firstinspires.org。

如果本手册的替代版本中关于赛事的规则或描述有了变动，那么发布在 **FIRST** 赛事与赛季资料页面中（[FIRST Game and Season Materials webpage](#)）的英文 pdf 版赛事与赛季规则手册是最权威最终的版本。

1.8 团队更新

团队更新（**TEAM UPDATE**）通常用来告知 **FRC** 社区官方赛季文档有改动（比如手册，图纸等），或者发布重要赛季新闻。在开题日活动当天至 2020 年 2 月 21 日之间，团队更新将于每周二和每周五更新。在 2020 年 2 月 21 日至 4 月 7 日之间，团队更新将于每周二更新。团队更新将发布在“无限充能”的赛事与赛季资料页面（[Game and Season Materials web page](#)），通常在美国东部时间下午 5 点前发布。

一般来讲，团队更新遵循如下惯例：

- 添加的内容将以黄色高亮显示。黄色高亮的例子（**This is an example**）。
- 被删除内容将被打上删除线。删除线的例子（~~This is an example~~）。
- 为清楚起见或为更改内容而添加的注释，但未保留在手册中，以粗体显示。粗体显示的例子（**This is an example**）。

1.9 问答系统

对 **2020 赛季规则手册** (*2020 Game and Season Manual*) 和 FRC 赛事相关页面 ([FIRST Robotics Competition Event Experience web page](#)) 的内容有任何疑问都可以使用 **FIRST** 官方的问答系统 ([Question and Answer System](#))，问答系统将在美国东部时间 2020 年 1 月 8 日中午 12 点开放。问答系统的具体细节可以在“无限充能”的赛事和赛季资料页面上找到 ([Game and Season Materials web page](#))。问答系统的作用是把规则解释清楚，因此有些时候部分回复的内容会在官方文档的更新中体现，并用团队更新来通知大家。

问答系统不是回答以下问题的地方

- 对假定策略或模糊情况做出裁定，
- 对往届赛事中做出的决定提出挑战，或者
- 对机器人系统上的合规性做出设计评论。

虽然问答系统的回复不会取代规则手册里的文字描述，但问答回复致力于减少手册与问答之间的前后矛盾。问答回复虽然可以用于每场赛事中对争议的讨论，但对于机器检查与合规 ([Inspection & Eligibility Rules](#)) 和裁判判罚 ([REFEREE Interaction](#)) 章节的条款，现场裁判和机检员们对其有终级解释权。如果你对授权志愿者的执法趋势感到担忧，请致函 FRC 官方邮箱 firstroboticscompetition@firstinspires.org。

有些问题过于广泛，含糊和/或不和任何规则相关。诸如此类问题我们将不会在问答系统中回复，比如：

- 这个零件，这种设计，合规么？
- 当赛场上发生了特殊状况，此时裁判应该怎么判罚？
- 重复的问题
- 莫名其妙的问题

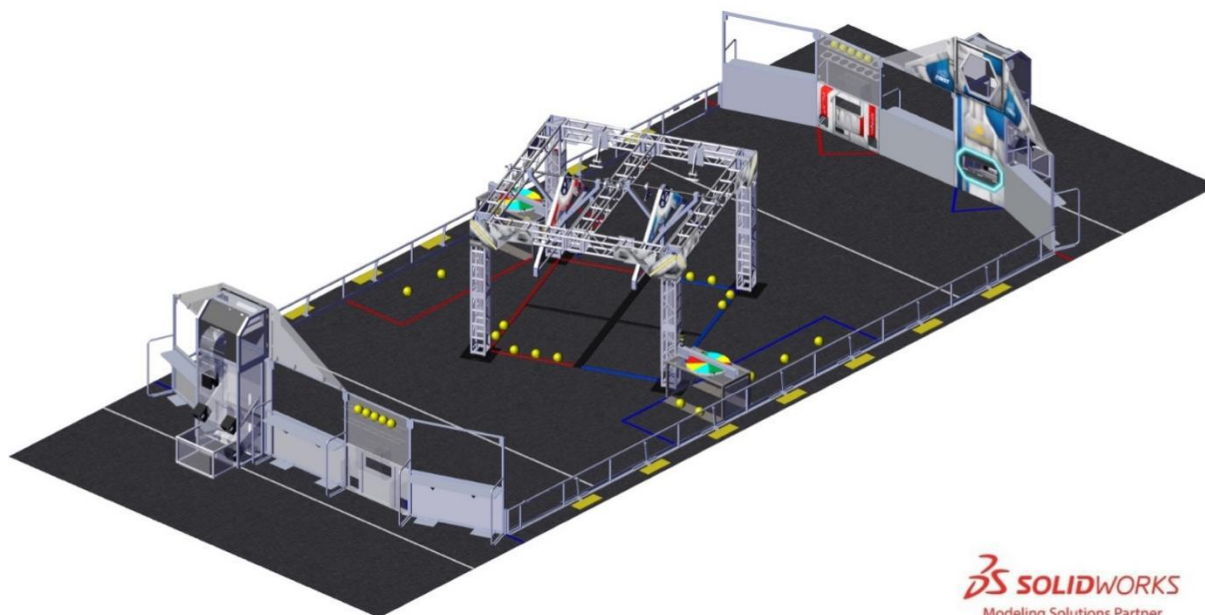
好问题通常会针对一些零件或设计的特点，设想的比赛场景，或规则，以及对规则解释不明处而提出。比如：

- 我们机器人用的某个设备接的是紫色 AWG40 线，这种线是否遵守了 R 规则的要求
- 我们不知道该怎么解读 G 某规则在蓝方机器人 A 做了 X，红方机器人 B 做了 Y 之后是如何起作用，能解释一下此时如何判罚吗？

本章完

2 比赛概览

2020 GAME OVERVIEW



在“无限充能”（INFINITE RECHARGESM）中，两个联盟需要保护“第一都市”（FIRST City）免受因外太空冲突导致的一些小行星靠近所带来的碰撞危险。每个联盟与他们可靠的机器人竞速收集和输送能量电池给护盾发生器充能，让护盾为“第一都市”提供最强的保护。为了激活护盾发生器达到各个阶段，机器人需要在输送一定数量的能量电池之后操作控制圆盘。临近比赛结束阶段，机器人需要赶往它们的汇合点让护盾发生器运作来保护都市！

在 15 秒自动阶段，机器人按照预先设置的程序行动。各联盟将通过以下项目来得分：

1. 往“能量接口”输送“能量电池”
2. 远离“初始线”

在接下来的 2 分 15 秒内，操控手接管机器人控制权。各联盟将通过以下项目继续得分：

1. 持续往“能量接口”输送“能量电池”
2. 完成“旋转控制”
3. 完成“位置控制”
4. 悬挂在“护盾开关”上
5. 调整“护盾开关”至水平位置

比赛结束后获得最高分的联盟赢得比赛胜利。

本章完

3 赛场

ARENA

赛场包含所有“无限充能”比赛所必要设施的一切：场地，能量电池和场地控制，机器人控制及计算得分所需的所有设备。

赛场是模块化的，在整个比赛季中可多次组装，使用，拆解和运输。它会经历磨损。赛场被设计为可承受严酷的比赛和经常性的运输。我们会尽一切努力确保赛场在每场赛事中都处于相同的状态。然而赛场会在不同的场馆里由不同的工作人员组装，所以还是会有一些小差异。关于组装上差异的细节，请参考“2020 赛场布局和标记图”（[2020 ARENA Layout and Marking Diagram](#)）。成功的队伍会在设计机器人的时候能适应这些差异。

本章节中的图片可以从视觉上展示**无限充能赛场**，手册里标注的尺寸是象征性的。赛场实际尺寸请参考官方提供的图纸以获得精准的尺寸，误差和搭建细节。官方图纸，CAD 模型，和**无限充能场地**的廉价版设施的图纸将会发布在 2020 无限充能赛事与赛季资料页面（[2020 INFINITE RECHARGE Game & Season Materials page](#)）。

3.1 场地

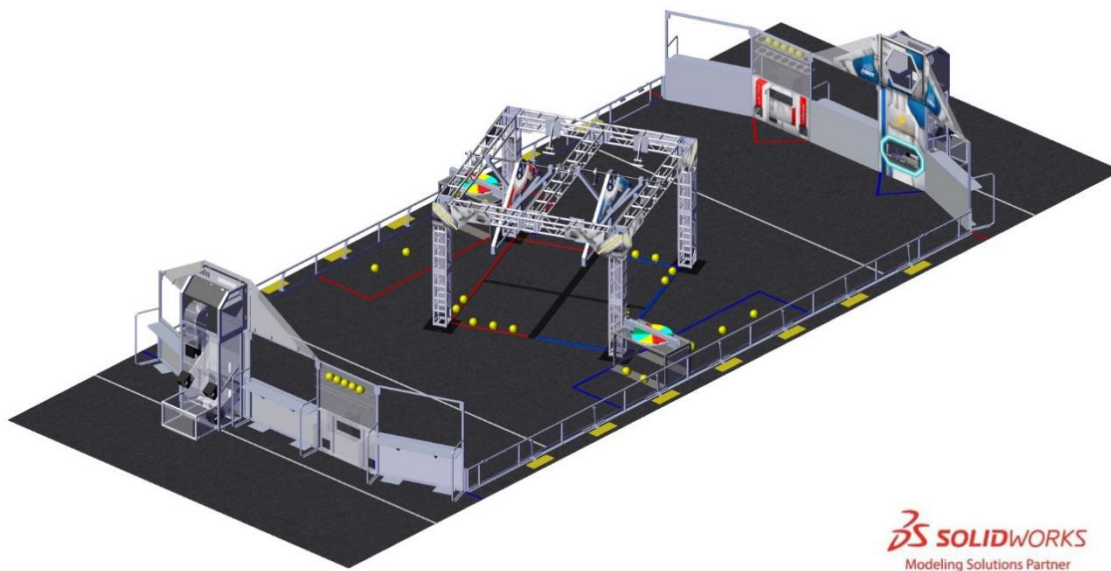


Figure 3-1 INFINITE RECHARGE

每个**无限充能场地**的尺寸是 26 英尺 11¼ 英寸 (约 821 厘米) 乘 52 英尺 5¼ 英寸 (约 1598 厘米)，铺有地毯，被两条围栏，两堵联盟墙所包围（除去滑道表面和任何超过能量接口的表面）。场地内部设有护盾发生器，壕沟，装载站和能量接口。

护盾发生器位于场地中央。护盾发生器由支撑框架，护盾开关，边界线，和地面保护装置组成。

一条红方壕沟和一条蓝方壕沟分别位于场地两边紧挨着护栏，每条壕沟都横跨地面位于护盾发生器的支撑脚和护栏之间。每条壕沟上都有一块控制圆盘。

一座红方能量接口和一座蓝方能量接口分别位于对方的联盟墙处。红方能量接口是蓝方联盟墙的一部分，蓝方能量接口是红方联盟墙的一部分。

一处红方装载站和一处蓝方装载站在各自的联盟墙处。

场地表面铺有低绒地毯，地毯品牌及型号为 Shaw Floors, Philadelphia Commercial, Neyland II 20, “66561 Medallion”（请注意 Neyland II 地毯是不开放给队伍购买的，作为代替品可以买相近的 Neyland III）。用于把地毯边缘固定在场馆地面上使用的地毯胶是 3M 的产品（[3M™ Premium Matte Cloth \(Gaffers\) Tape \(GT2\)](#)）或者差不多的布基胶带。

场地两边的围栏高 1 英尺 7 英寸 (约 48 厘米)，框架四周由铝材构成支撑，框架内部安装有聚碳酸酯板（简称 PC 板）。围栏和联盟墙围起来后可防止在比赛中有机器人冲出场地。两边围栏共有四道门让人员出入以安放机器人或从场地中移走机器人。门打开后，可通过的宽度为 3 英尺 2 英寸 (约 97 厘米)。门在每场比赛期间会保持关闭。

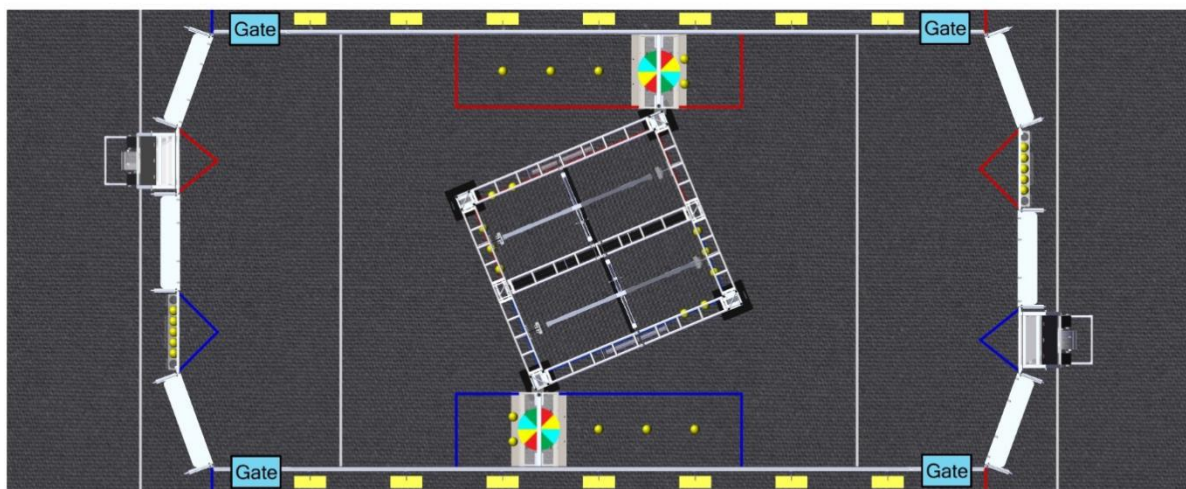


Figure 3-2 Gate locations（门为图中蓝色方块所处位置）

围栏和操作台有两个版本。一个版本（可称为传统版）遵循 2020 官方 FIRST 场地图纸和模型的设计（[2020 Official FIRST FIELD Drawings & Models](#)）。另一个版本则由 AndyMark 设计和售卖。虽然设计上有些许区别，但主要尺寸，具体表现和用户体验上，两者是一致的。AndyMark 版场地围栏可在此网页中查看（[AndyMark website](#)）。本手册的所有图片中显示的场地都是传统版场地。

3.2 区域与标记

场地中划分的区域和标记效果会在本章节中描述。除非有特别提到，不然所有用于标记区域分界的胶带线都是使用 3M 的布基胶带来划分的。此胶带宽 2 英寸 (约 5 厘米) [3M™ Premium Matte Cloth \(Gaffers\) Tape \(GT2\)](#).

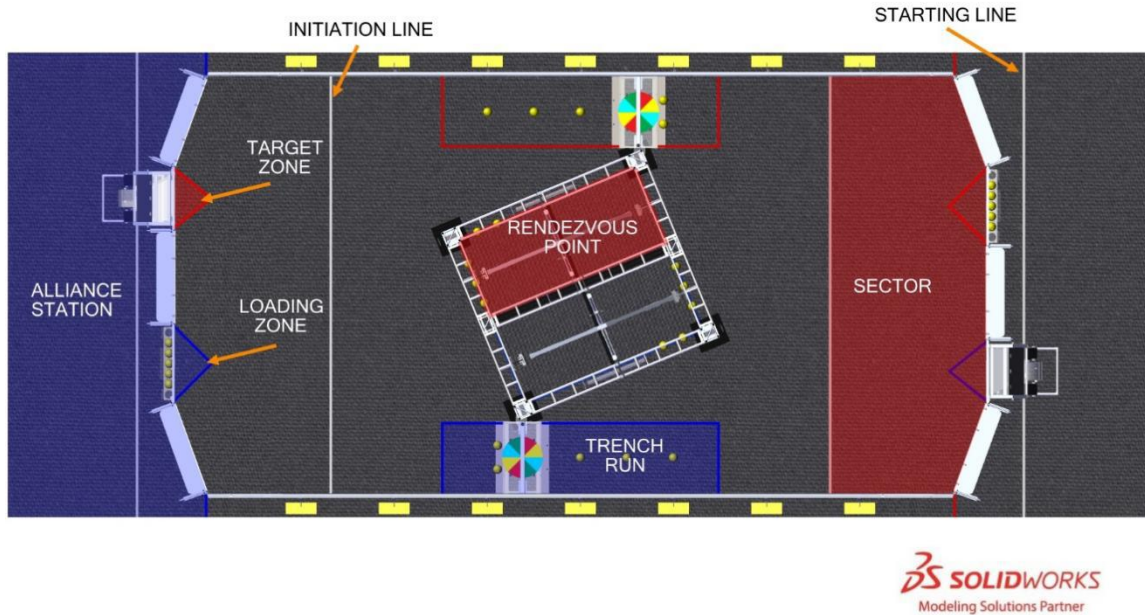


Figure 3-3 INFINITE RECHARGE FIELD 无限充能场地俯视图

联盟站 (ALLIANCE STATION)： 30 英尺 (约 914 厘米) 宽，10 英尺 9 $\frac{1}{8}$ 英寸 (约 328 厘米) 到 12 英尺 10 $\frac{1}{8}$ 英寸 (约 393 厘米) 长度不等，空间高度无限的区域，包含了联盟墙，地毯边缘和所属联盟色的胶带线。

初始线 (INITIATION LINE)： 由一条和场地同宽，平行且距离联盟墙中部 2 号操作台平面 10 英尺 (约 305 厘米) 远的白色胶带线所构成。红色联盟的初始线在蓝方区域 (SECTOR) 边缘，蓝色联盟的初始线在红方区域边缘。

装载区 (LOADING ZONE)： 底边为 5 英尺 (约 152 厘米)，高 2 英尺 6 英寸 (约 76 厘米)，空间高度无限的三角形区域。装载区由装载站和所属联盟色的胶带线所围成。装载区面积包含了联盟所属色的胶带线。

汇合点（RENDEZVOUS POINT）：5 英尺 6¾ 英寸 (约 170 厘米) 宽，12 英尺 6¾ 英寸 (约 383 厘米) 长，空间高度无限的区域。该区域由联盟所属色的边界线和分隔红蓝方汇合点的黑色边界线所构成。汇合点面积包含了联盟所属色的胶带线。

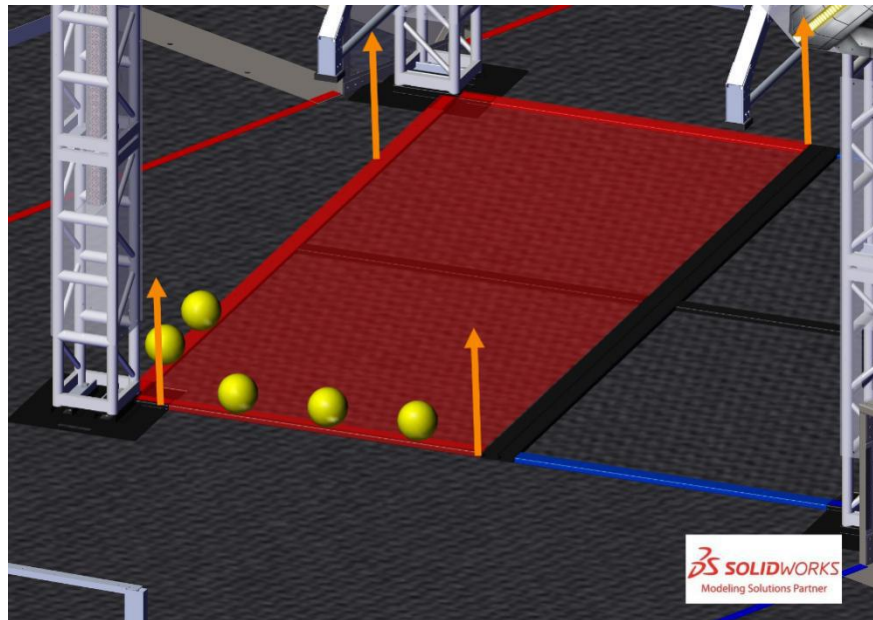


Figure 3-4 Red RENDEZVOUS POINT

红/蓝方区域（SECTOR）：26 英尺 11¼ 英寸 (约 821 厘米) 宽，10 英尺 2 英寸 (约 310 厘米) 长，空间高度无限的区域。红/蓝方区域由各自的联盟墙，两边围栏和对方的初始线围成。区域面积包含初始线。

开始线（STARTING LINE）：由一条和联盟站宽度同宽，平行且距离联盟墙中部 2 号操作台平面 2 英尺 4 英寸 (约 71 厘米) 远的白色胶带线所构成。相对于初始线的位置，开始线在 2 号操作台的另一侧。

目标区（TARGET ZONE）：底边为 4 英尺 (约 122 厘米)，高 2 英尺 6 英寸 (约 76 厘米)，空间高度无限的三角形区域。目标区由能量接口和所属联盟色的胶带线所围成。目标区面积包含了联盟所属色的胶带线。

壕沟通道（TRENCH RUN）：4 英尺 7 ½ 英寸 (约 141 厘米) 宽，18 英尺 (约 549 厘米) 长，空间高度无限的区域。壕沟通道由围栏，所属联盟色的胶带线，壕沟最靠近场地中央的一侧所围成。壕沟通道面积包含了联盟所属色的胶带线。

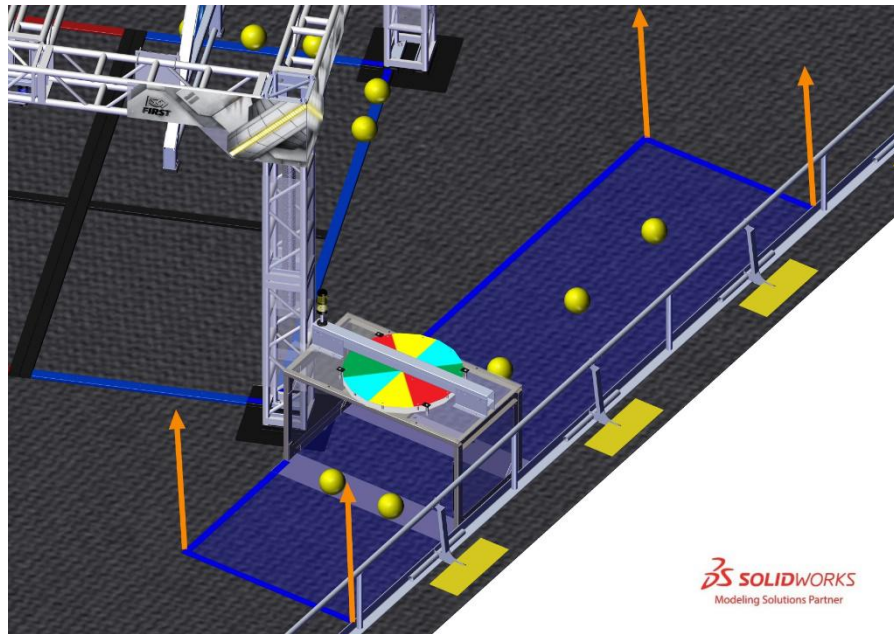


Figure 3-5 Blue TRENCH RUN (图中蓝色区域为蓝方壕沟通道区，彩色圆盘为控制圆盘)

3.3 护盾发生器

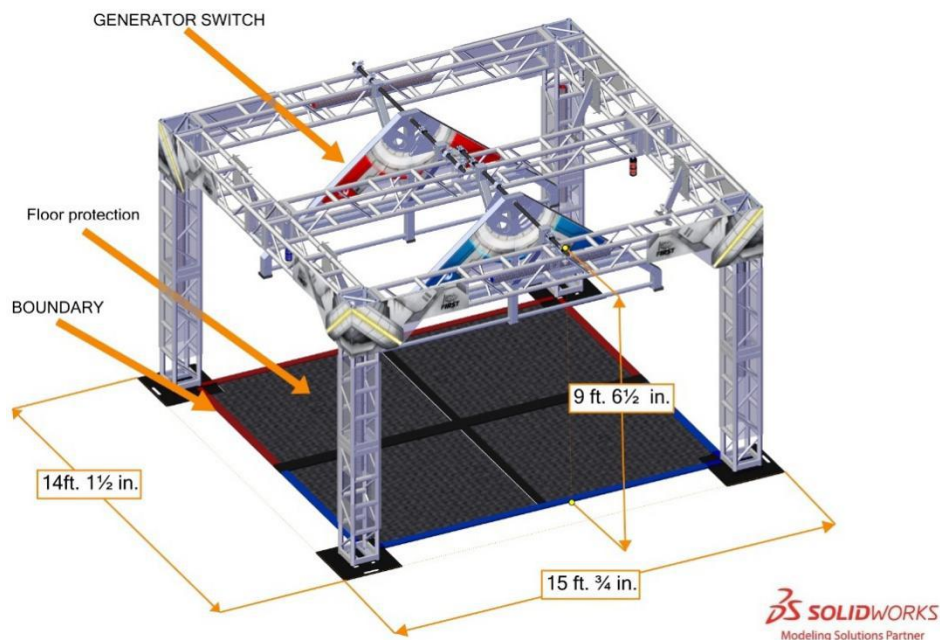


Figure 3-6 SHIELD GENERATOR

护盾发生器（SHIELD GENERATOR）是一座 14 英尺 1½ 英寸 (约 431 厘米) 宽，15 英尺 ¾ 英寸 (约 459 厘米) 长，9 英尺 6½ 英寸 (约 291 厘米) 高的建筑，放置在场地区中央，护盾发生器和围栏有 22.5 度的偏差。护盾发生器共有 2 个属于各自联盟的护盾开关。边界线把地面分成了几个区域。边界线所隔的区域中

安置了地面保护措施防止地面损坏。边界线（黑色及联盟所属色的边界线）所包围的所有区域都属于护盾发生器的一部分。

3.3.1 护盾发生器主体结构

护盾发生器的主体结构由 1 英尺 乘 1 英尺 (约 30 乘 30 厘米) 的正方形桁架组成。桁架结构有 13 英尺 1½ 英寸 (约 400 厘米) 宽，14 英尺 ¾ 英寸 (约 429 厘米) 长，及 9 英尺 2¼ 英寸 (约 280 厘米) 高。4 个垂直桁架支撑在地面防护板上。地面防护板的四边都距离桁架四边 6 英寸 (约 15 厘米) 远，厚度为 ⅛ 英寸 (约 3 毫米)。

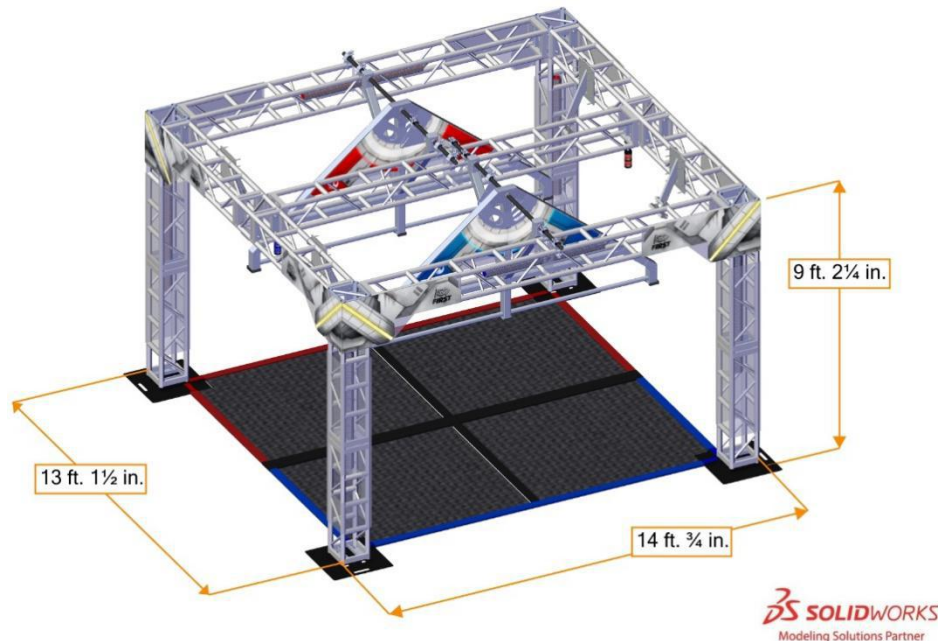


Figure 3-7 SHIELD GENERATOR structure

3.3.2 护盾开关

护盾发生器有 2 个所属不同联盟的护盾开关（GENERATOR SWITCH）。护盾开关相互间距 7 英尺 6 英寸 (约 229 厘米)，为底边长 10 英尺 1½ 英寸 (约 309 厘米)，高 4 英尺 6 英寸 (约 137 厘米) 的近似三角形的形状。每个护盾开关都有一个拉手结构，每个拉手结构包含了横杆和护盾开关水平梁下方的支撑结构。横杆为 1¼ 英寸 (约 4 厘米) 外径的圆管，暴露在外两段长度各为 4 英尺 7⅞ 英寸 (约 141 厘米) 长。横杆上方的拉伸间距最短为 3½ 英寸 (约 9 厘米)，最长为 1 英尺 (约 30 厘米)。为了安全起见，会有泡沫填充物垫在拉手结构的最低侧。拉手结构（绿色和黄色部分）和横杆（黄色部分）将在图 3-8（Figure 3-8）即下图中高亮显示。

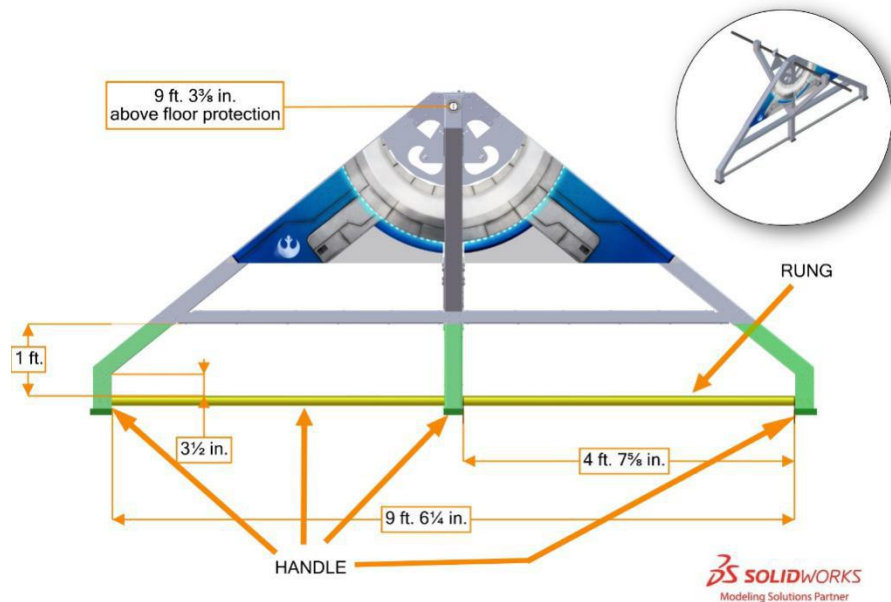


Figure 3-8 GENERATOR SWITCH

在比赛开始阶段，横杆处于水平位置，离地高度 5 英尺 3 英寸 (约 160 厘米)。护盾开关会倾斜，倾斜角度取决于机器人拉住拉手的位置和数量。为了便于计分(见护盾开关计分部分 [GENERATOR SWITCH Scoring](#))，护盾开关处于水平位置的高度将由图 3-9 (Figure 3-9) 显示说明。护盾开关处于水平状态可以有最大 8 度的误差。护盾开关的最大倾斜角度为 14.5 度。护盾开关的可旋转部分重约 93 磅 (约 42 公斤)，重心位于旋转轴下方约 2 英尺 2 英寸 (约 66 厘米) 处。

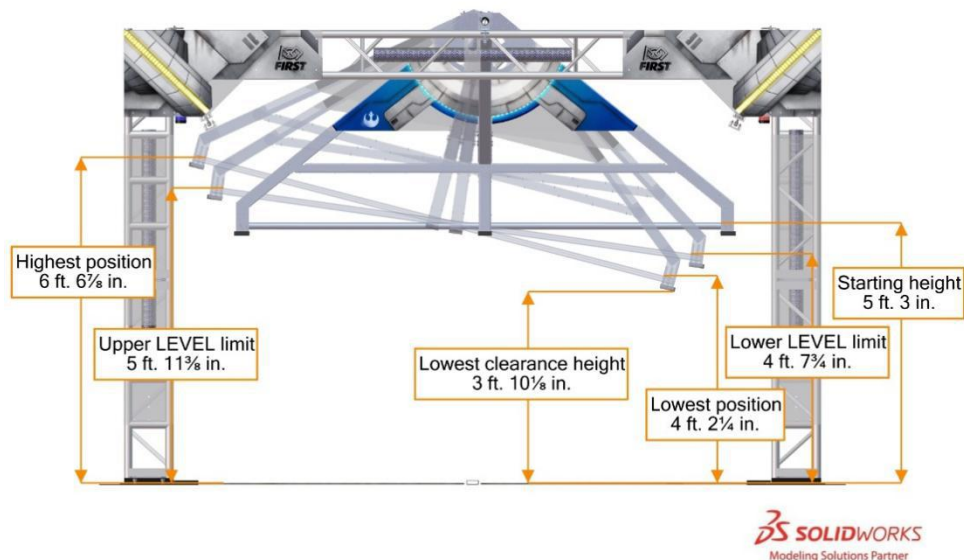


Figure 3-9 GENERATOR SWITCH range of motion.
(note: dimensions are to the top of the flooring protection carpet)

护盾发生器上各联盟的堆栈灯会显示各自联盟所属护盾开关的状态。更多的信息请见护盾发生器灯光部分 ([SHIELD GENERATOR Lighting](#))。

3.3.3 边界线

边界线是 3 英寸 (约 8 厘米) 宽, 1 英寸 (约 3 厘米) 高的钢制屏障 (见图 3-11 最右侧部分) 把护盾发生器下方的区域分成 4 个等面积的矩形区, 矩形尺寸 5 英尺 3 $\frac{3}{4}$ 英寸 (约 162 厘米) 宽, 5 英尺 10 $\frac{7}{8}$ 英寸 (约 180 厘米) 长。边界线用魔术贴紧贴在地毯上, 所以会凸起约 1 $\frac{1}{16}$ 英寸 (约 3 厘米)。红蓝方边界线每 1 英尺 4 $\frac{1}{2}$ 英寸 (约 42 厘米) 就会钻一个直径 1 英寸 (约 3 厘米) 的孔用以安放能量电池。一对黑色分界线把区域分割成蓝方汇合点和红方汇合点。每个桁架有两个更短的钢制屏障, 上面贴有联盟所属色的胶带。这些屏障是联盟所属的边界线。

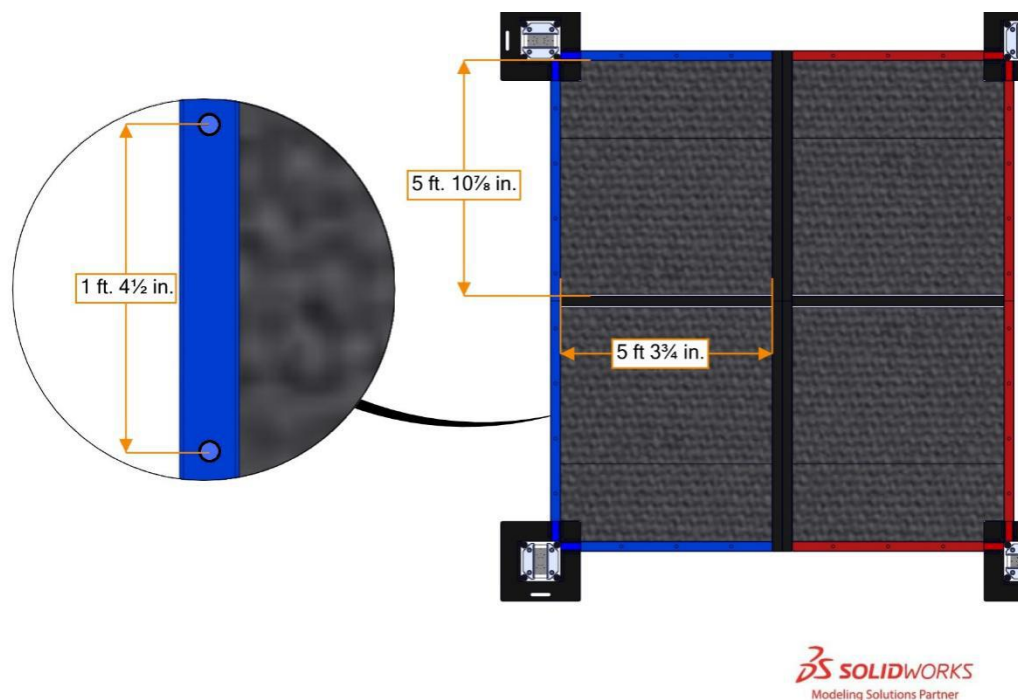


Figure 3-10 BOUNDARY dimensions.

一层 $\frac{1}{8}$ 英寸 (约 3 毫米) 厚的硬板安装在场地的地毯上, 并又覆盖了一层地毯来保护场馆地板。这种地板保护措施让护盾发生器下的这个区域又高了大约 $\frac{3}{8}$ 英寸 (约 10 毫米)。见下图。

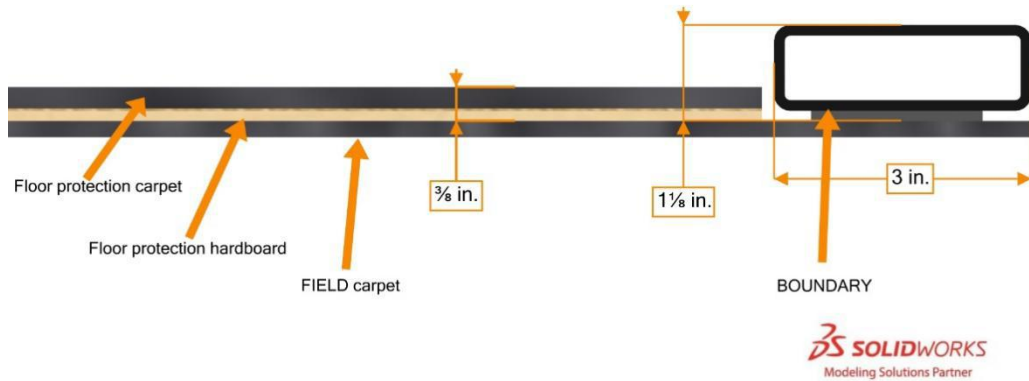


Figure 3-11 Floor protection cross-section

3.3.4 护盾发生器灯光

护盾发生器设置了堆栈灯从比赛开始到结束后 5 秒都会点亮。堆栈灯的灯光会对护盾开关是否处于水平状态做出反应。

每半边护盾发生器会有 3 个联盟所属色的灯条装在桁架内部。

- 第一个灯条在靠近壕沟的竖直桁架中，当第一阶段激活后会点亮
- 第二个灯条在靠近能量接口的数值桁架中，当第二阶段激活后会点亮
- 第三个灯条在横着的桁架中，桁架与前两个灯所在桁架相连，当第三阶段激活后会点亮

3.4 联盟站

3.4.1 联盟墙

联盟墙（ALLIANCE WALL）是把机器人和操作手，教练及人类选手隔开的建筑。它由操作台，装载站，能量接口组成。联盟墙和围栏的组合可以防止比赛期间机器人离开场地。

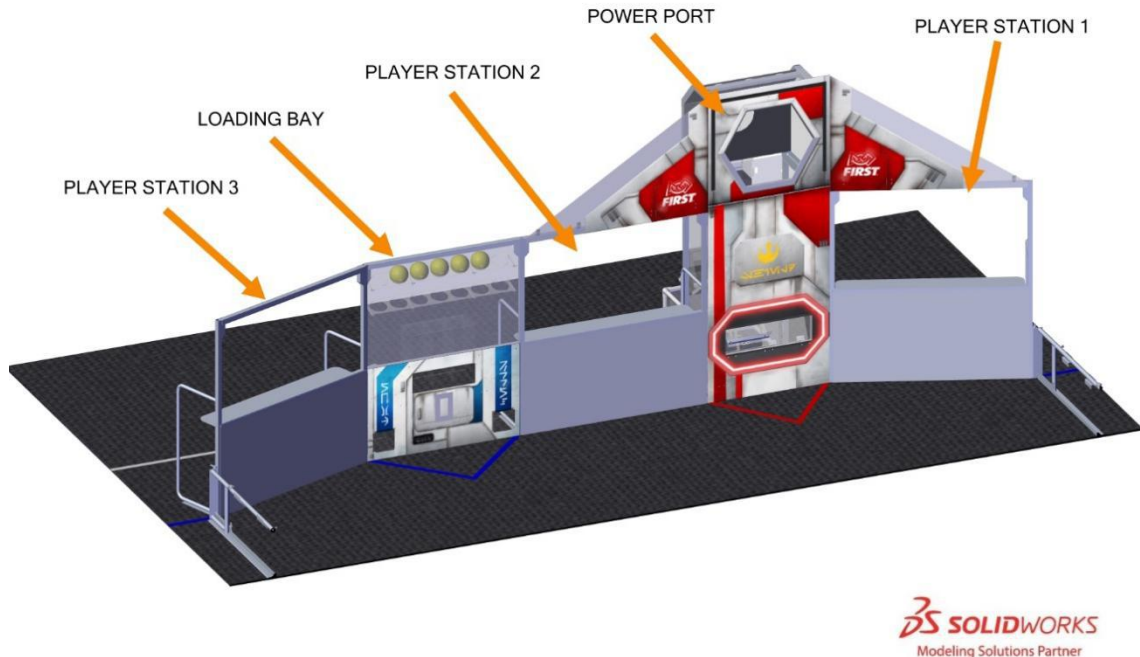


Figure 3- 12 ALLIANCE WALL

3.4.1.1 操作台

操作台（PLAYER STATION）在联盟墙里有 3 处位置。操作台的作用是让每个队伍的操作手操作他们的机器人。每个操作台都有高 3 英尺 (约 91 厘米) 高的菱形板，3 英尺 6 英寸 (约 107 厘米) 高的透明塑料板及顶部横轨组成。一个铝制架子装在操作台处用来摆放操作设备。架子有 5 英尺 9 英寸 (约 175 厘米) 宽，1 英尺 ¼ 英寸 (约 31 厘米) 长。有条 4 英尺 6 英寸 (约 137 厘米) 长，大约 2 英寸 (5 厘米) 宽的魔术贴贴在架子上，毛边朝上，可以让有勾边的操作设备固定在架子上。1 号操作台和 3 号操作台与接壤的围栏形成的夹角为 110 度。

每个操作台给队伍配备了如下装置：

- 1 根以太网网线：可以插入操作设备的网口，连接场地控制系统（FMS）
- 1 个 120 伏的美式电源插口：每个架子上都有，内部有 2 安培的断路器。用来给操作设备供电（例如笔记本电脑）。队伍需要注意操作设备的电力使用状况，插口跳闸是不会算作赛场故障（ARENA FAULT）。因为是美式插口，所以有些赛区会有转换插头插在插口上。
- 1 个紧急按钮（E-Stop）：在操作台的左侧，用于在紧急情况下停止机器人的动作。
- 1 个队号指示灯：显示队伍号码，安装在操作台的顶部。
- 1 个队伍 LED 灯：显示所属联盟的颜色，提示机器人状态和紧急按钮状态，安装在操作台的顶部中央位置。队伍 LED 灯能显示的状态包含：
 - 常亮：表示机器人连接着操作台。此状态只存在于比赛阶段。

- 闪烁：分两种情况。一种是比赛前，场地控制系统正给比赛做预设置，但机器人没有连上。另一种则是在比赛中，机器人处于忽略状态（BYPASSED），机器人和操作台失去了联络，或者有人按下了紧急按钮
- 不亮：比赛开始前，机器人已经连上了场地控制系统并处于停机状态。比赛结束后，无论机器人是否连着，LED 灯也不会亮。
- 琥珀色 LED 灯常亮：队伍或场地紧急按钮被按下。
- 1 个计时显示器（安装在 2 号操作台）：显示比赛还有多少时间，或显示暂停还剩多少时间。计时显示器底部贴着白色胶带。
- 场地控制系统硬件和线缆：一般都在 2 号操作台架子下方。

3.4.1.2 装载站

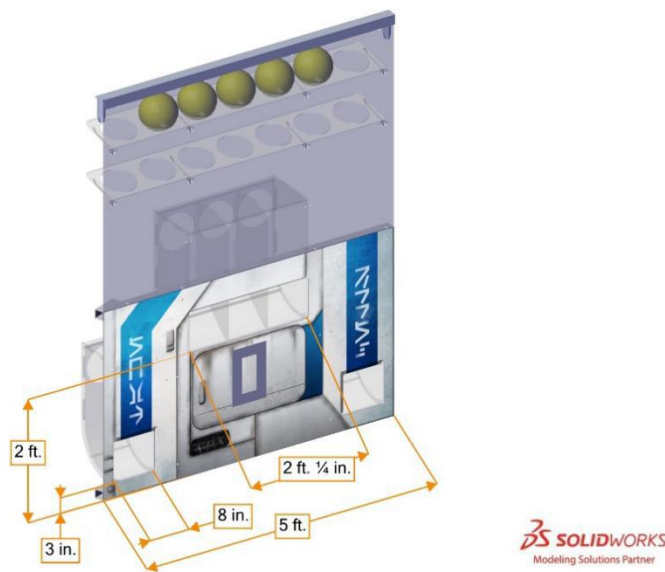


Figure 3-13 LOADING BAY

装载站（LOADING BAY）高 6 英尺 6 英寸（约 198 厘米）高，5 英尺（约 152 厘米）宽。位于 2 号和 3 号操作台之间。人类选手通过装载站 5 个滑道的其中 1 个来传递能量电池。

有 2 个低滑道和 3 个高滑道。低滑道出口在距离地毯 3 英寸（约 8 厘米）高处。高滑道出口在距离地毯 2 英尺（约 61 厘米）高处。高滑道相互毗邻，出口总宽度 2 英尺 ¼ 英寸（约 62 厘米）。

装载站有 2 个摆放能量电池的架子。每个架子可以摆放 7 个能量电池。架子距离地毯高度为 4 英尺 11⅞ 英寸（约 152 厘米）和 5 英尺 9⅞ 英寸（约 177 厘米）。

3.4.1.3 能量接口

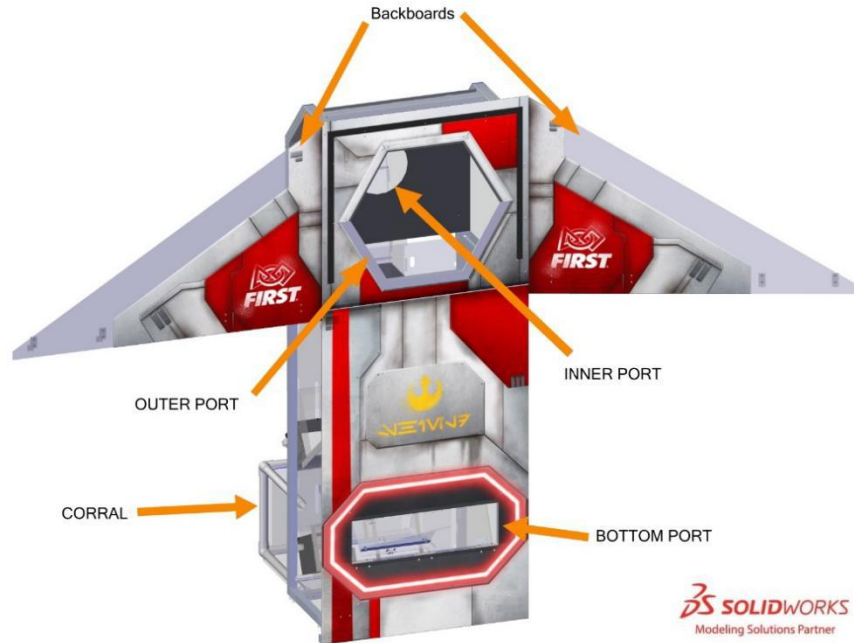


Figure 3-14 POWER PORT

场地上有 2 个能量接口（POWER PORTS）。红方能量接口是蓝方联盟墙的一部分，蓝方能量接口是红方联盟墙的一部分。每个能量接口 10 英尺 2¼ 英寸 (约 310 厘米) 高，4 英尺 (约 122 厘米) 宽 (包含挡板)，位于 1 号操作台和 2 号操作台之间。能量港从底部接口，外部接口，内部接口接收能量电池并计分。

底部接口（BOTTOM PORT）为 10 英寸 (约 25 厘米) 高，2 英尺 10 英寸 (约 86 厘米) 宽的长方形，距离地毯 1 英尺 6 英寸 (约 46 厘米) 高。

外部接口（OUTER PORT）为正六边形，2 英尺 6 英寸 (约 76 厘米) 高。外部接口中心离地毯 8 英尺 2¼ 英寸 (约 249 厘米) 高。

内部接口（INNER PORT）为直径 1 英尺 1 英寸 (约 33 厘米) 的圆形，距离外部接口表面 2 英尺 5¼ 英寸 (约 74 厘米) 处，圆心位置和外部接口的中心位置是同心。圆心离地毯 8 英尺 2¼ 英寸 (约 249 厘米) 高。

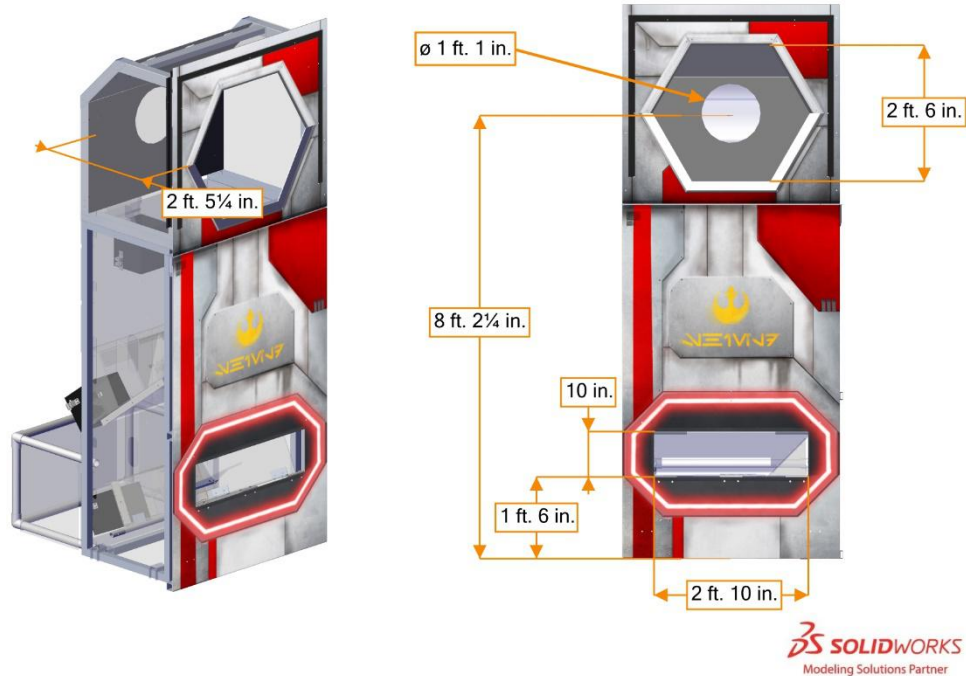


Figure 3-15 POWER PORT dimensions

每个能量港都会释放已获得的能量电池到它的货栈中。能量电池由人类选手回收投放到场地中。

能量站有 2 个 PC 板挡板，位于外部接口两侧。挡板的作用是防止能量电池被投出场地外。每个挡板 6 英尺 (约 183 厘米) 长，3 英尺 8 英寸 (约 112 厘米) 高，位于操作台上方。

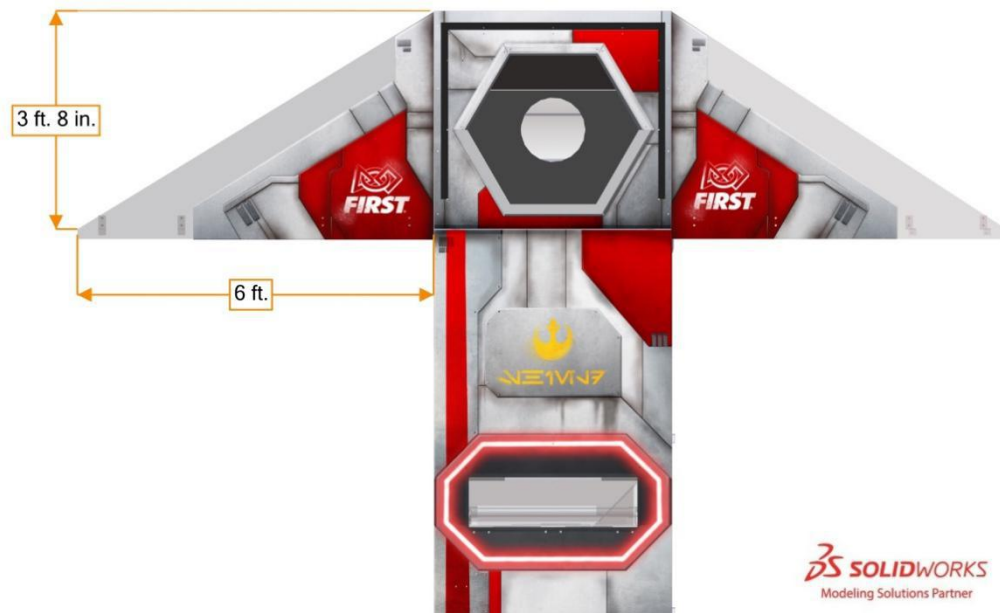


Figure 3-16 Backboard dimensions

在外部接口周围，有飞利浦彩色动力 LED 灯条用来判断能量电池的增加量。指示灯从灯条的顶部中央开始亮起，接着向左右两侧，再向下逐个对称的亮起，即每次都会亮起处于对称位置的两个灯。灯条在不同的阶段（Stage）灯每亮 1 对，其所表示能量电池的获得量是不同的。但无论什么阶段，两侧灯条底部的 4 对灯，每亮相应 1 对灯只代表增加了一个能量电池。参考图 3-17（Figure 3-17）。



Figure 3-17 POWER PORT CAPACITY progress

飞利浦灯条安装在如下图（下图为细节图）所示的位置，指示了满格能量状态的达成进度。灯是从中间对称亮起除了左右两侧底部的 4 对灯（下图中编号 1 到 4，以及编号 27 到 30，亮 1 对灯固定表示获得 1 个能量电池）以外，其他位置的灯在不同的阶段每亮 1 对所表示的已获得能量电池的数量是不同。表 3-1（

Table 3-1) 和图 3-18 (Figure 3-18) 结合起来看可理解不同阶段每多亮一对灯代表增加了多少能量电池

Table 3-1 Node pattern per CAPACITY

能量电池 输送量	阶段 1 亮灯编号	阶段 2 和 3 亮灯编号
1	14-17	15 和 16
2	11-13 和 18-20	
3	9-10 和 21-22	14 和 17
4	7-8 和 23-24	
5	5-6 和 25-26	13 和 18
6	4 和 27	
7	3 和 28	12 和 19
8	2 和 29	
9	1 和 30	11 和 20
10	N/A	
11	N/A	10 和 21
12	N/A	9 和 22
13	N/A	8 和 23
14	N/A	7 和 24
15	N/A	6 和 25
16	N/A	5 和 26
17	N/A	4 和 27
18	N/A	3 和 28
19	N/A	2 和 29
20	N/A	1 和 30

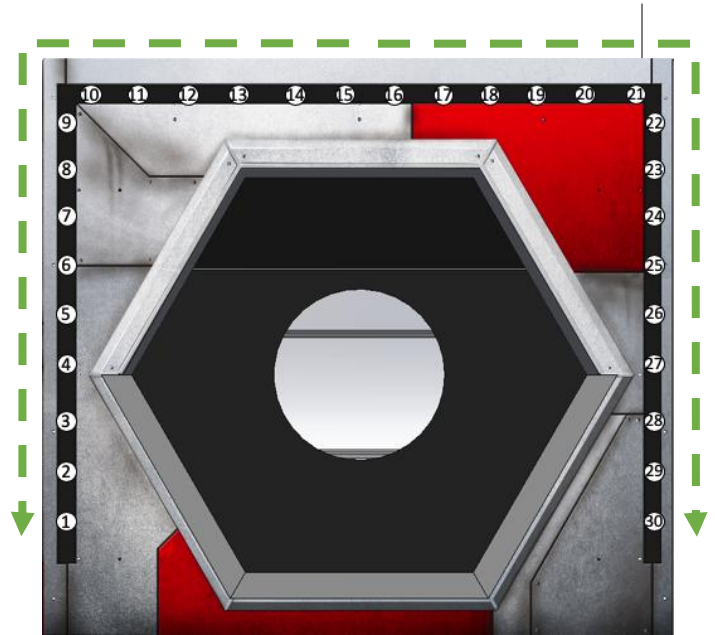


Figure 3-18 Light string node map

灯带同时也会指示赛场上的其他状态，参考表 3-2 (Table 3-2) 和图 3-19 (Figure 3-19)

Table 3-2 additional POWER PORT Light States

亮灯状态	判断标准
不亮	比赛开始前：场地准备好开始比赛了 比赛中：当前阶段还未激活
绿色 (下方左图)	裁判长做出决定：场地安全，可以进入。
所属联盟的颜色和处于追逐模式的黄色 (下方中图)	已经达到当前阶段的满格能量状态，但没有激活。
整条灯带都是所属联盟的颜色 (下方右图)	所有阶段已经激活



Figure 3-19: Additional POWER PORT state examples

3.5 壕沟

每个联盟的壕沟通道中都会有个壕沟位于围栏和护盾发生器之间。每个壕沟顶部都有个所属联盟的控制圆盘和一个黄色堆栈灯。

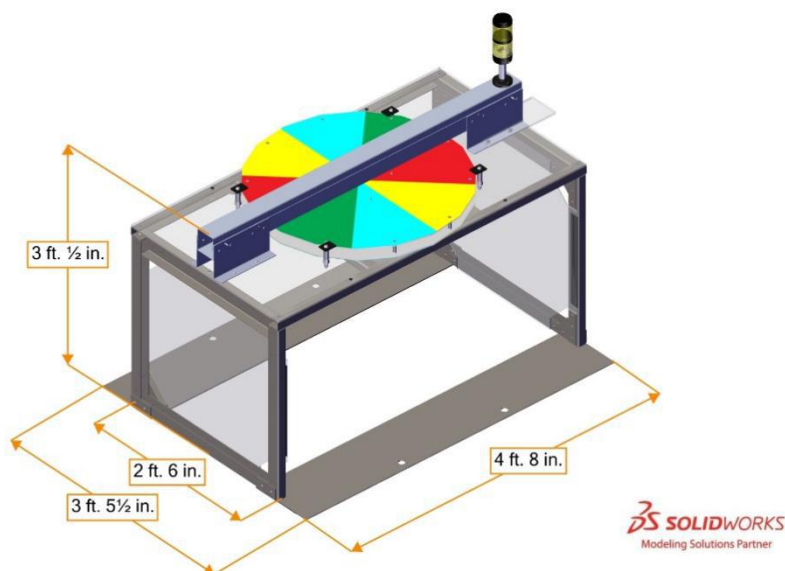


Figure 3-20 TRENCH

每个壕沟有 3 英尺 1/2 英寸 (约 93 厘米) 高, 4 英尺 8 英寸 (约 142 厘米) 宽, 和 3 英尺 5 1/2 英寸 (约 105 厘米) 长。壕沟内有个 4 英尺 4 英寸 (约 132 厘米) 宽, 2 英尺 4 英寸 (约 71 厘米) 高, 2 英尺 6 英寸 (约 76 厘米) 长的隧道 (图 3-21)。每个壕沟底部都有 2 块 1/8 英寸 (约 3 毫米) 厚的底板。每块底板都有两个直径 1 英寸 (约 3 厘米) 的孔用于摆放能量电池。孔与孔的间隔为 1 英尺 6 1/2 英寸 (约 47 厘米)。

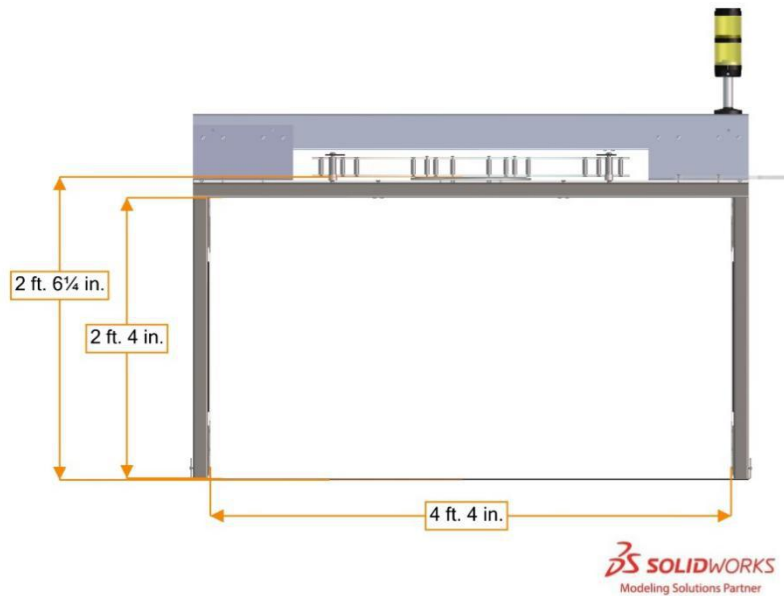


Figure 3-21 TRENCH dimensions

3.5.1 控制圆盘

控制圆盘（CONTROL PANEL）在壕沟顶部中央，有 2 英寸 (约 5 厘米) 高，由两片直径 2 英尺 8 英寸 (约 81 厘米)，厚度 $\frac{1}{4}$ 英寸 (约 6 mm) 的 PC 板圆盘构造而成。两块 PC 板圆盘之间由 10 个直径 $\frac{1}{2}$ 英寸 (约 13 毫米) 金属间隔柱分散隔开。间隔柱中心距离控制圆盘外围 1 英寸 (约 3 厘米)。控制圆盘底部距离地毯有 2 英尺 $6\frac{1}{4}$ 英寸 (约 77 厘米) 高。

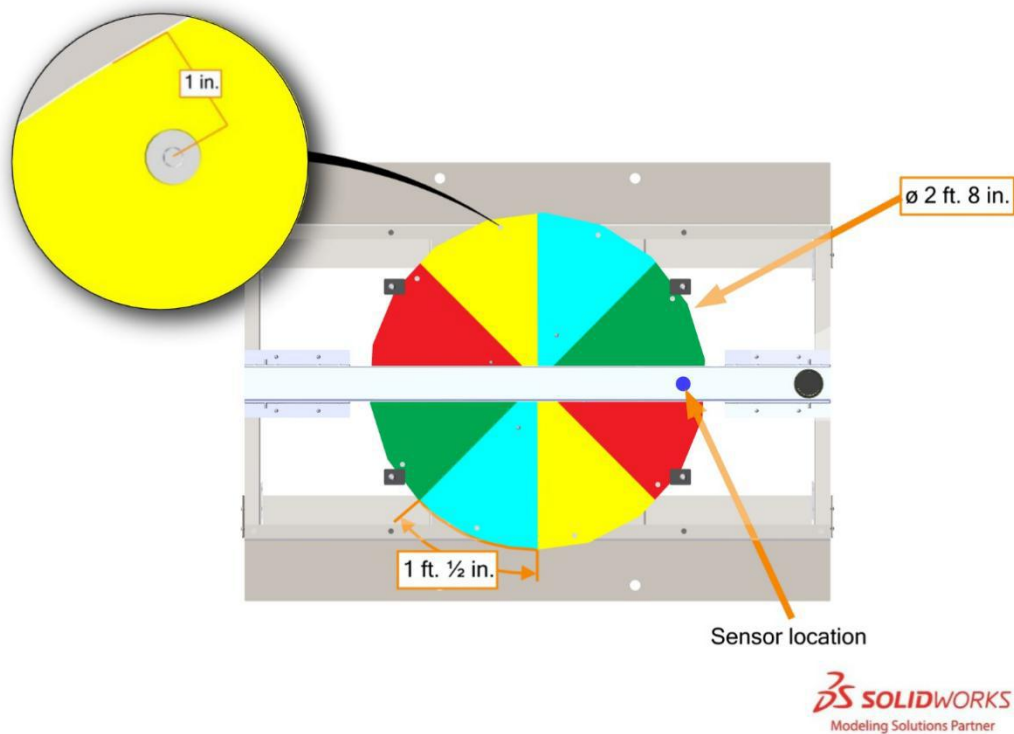


Figure 3-22 TRENCH and CONTROL PANEL dimensions

控制圆盘分成了八块相同的楔形，每块楔形都有不同的颜色，分红，绿，蓝，黄 4 色（颜色成份见表 3-3 的 CMYK 值），俯视可见，颜色显示在控制圆盘下方。颜色分配参考图 3-23（Figure 3-23）上下排列。每块楔形的弧长为 1 英尺 ½ 英寸（约 32 厘米）。控制圆盘的紧固件（间隔柱）在有色楔形上开孔固定。

Table 3-3: CONTROL PANEL color chart

控制板 颜色	Cyan 值	Magenta 值	Yellow 值	Black 值
蓝	100	0	0	0
绿	100	0	100	0
红	0	100	100	0
黄	0	0	100	0

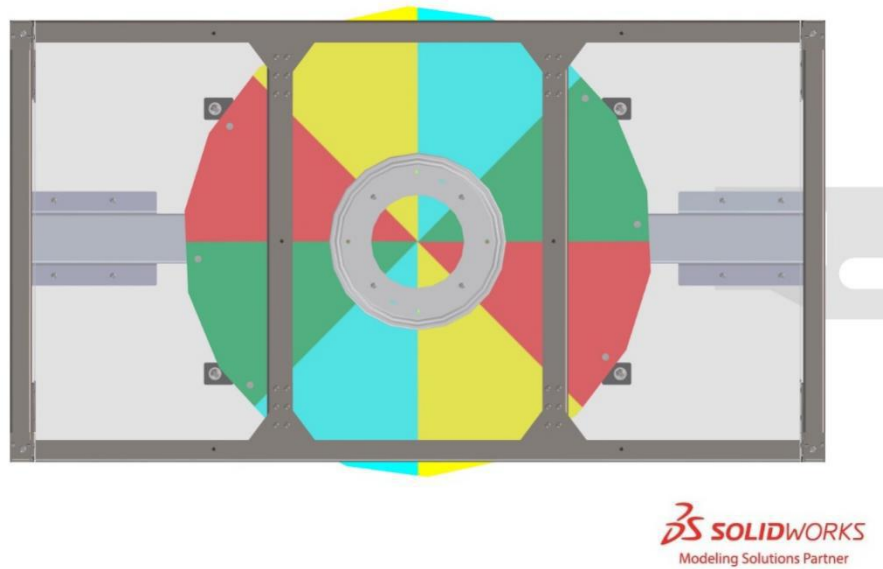


Figure 3-23 TRENCH bottom view

和控制圆盘相同颜色相同材料的一块色板放在了 2020 开题日活动套件（[2020 Kickoff Kit](#)）的黑色箱子中。控制圆盘通过一个 12 英寸 (约 30 厘米) “Lazy Susan” 轴承（制造商为 Triangle Manufacturing 编号为 PN: 12D10346）安放在壕沟上。相同的一个 “Lazy Susan” 轴承也在黑色箱子中可以找到。

每个控制圆盘需要满足两个条件来对护盾发生器进行充能。见控制圆盘得分页面获得很多比赛细节

[CONTROL PANEL Scoring](#)

- 旋转控制（**ROTATION CONTROL**）：往同一个方向旋转圆盘至少 **3 整圈**（但不能超过 **5 整圈**）。如果同方向控制圆盘旋转超过 **5 整圈**，计数会归零。当充能达到第二阶段所需能量的时候，壕沟的状态灯会亮起。（也就是控制圆盘可以进行旋转控制）

控制圆盘如果每分钟旋转超过 **120 圈**的话会导致场地损坏。更多细节见重赛部分 [MATCH Replays](#).

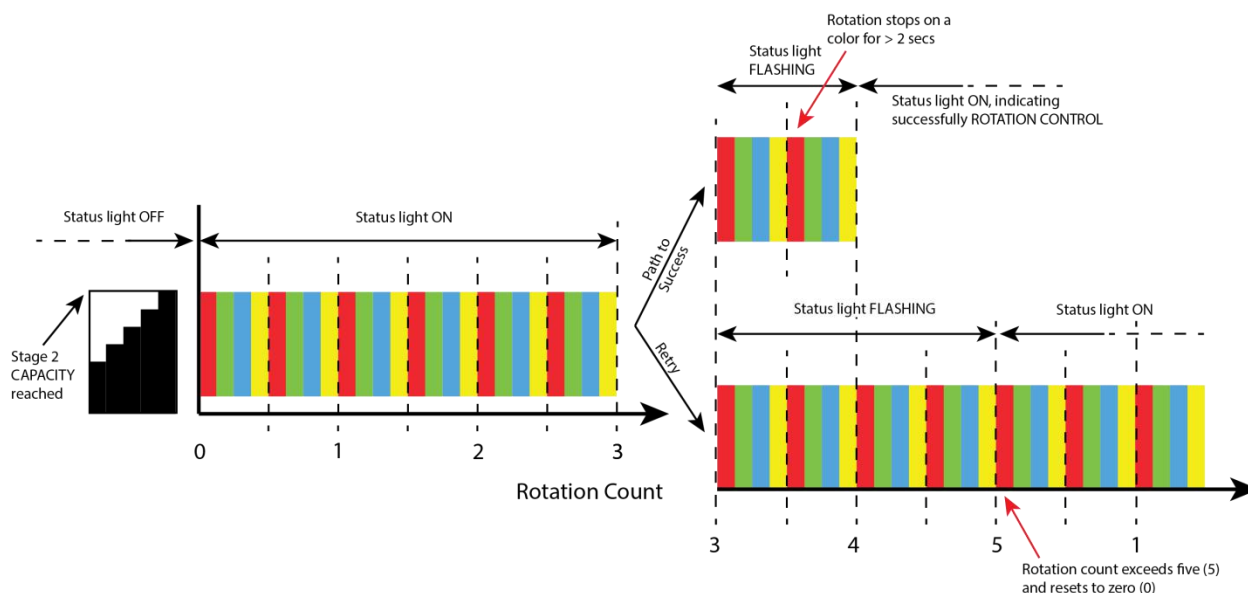


Figure 3-24 CONTROL PANEL ROTATION CONTROL example

3-24 图解释：达到第二阶段，状态灯会常亮。旋转超过 3 圈后，状态灯会闪烁，当圆盘停止旋转并处于静止状态 2 秒后，状态灯停止闪烁并开始常亮，表示旋转控制成功。若超过 3 圈继续旋转，那么状态灯会在圆盘旋转超过 5 圈之前保持闪烁。超过 5 圈后，状态灯变为常亮，旋转圈数计数器会从 5 圈重置为 0 圈并开始重新计数。

- 位置控制（**POSITION CONTROL**）：旋转控制圆盘，让圆盘上的指定颜色处于相应传感器下方（图 3-22 中蓝点处）至少 5 秒。当任一联盟充能达到第三阶段后，场地控制系统（简称 **FMS**）会同步传送给所有操作设备指定颜色（颜色由 **FMS** 从壕沟里的颜色传感器所检测到的当前颜色以外的其他三色中随机选出）。向双方联盟发送的指定颜色不一定是相同的。见表 3-4 获得更多位置控制时期壕沟状态灯的细节。

数据格式的特定细节可以在 2020 FRC 控制系统介绍页面上找到 [2020 FRC Control System website](#).

每条壕沟各有一个黄色堆栈灯来指示控制圆盘的状态。

Table 3-4 TRENCH light status

亮灯状态	护盾发生器所处阶段	判断标准
灭灯	第 1 或 2 或 3 阶段	当前阶段未达到能量满格状态或已经达到第三阶段
常亮	第 2 或 3 阶段	当前阶段已达到能量满格状态，控制圆盘处于可使用状态
闪烁	第 2 阶段	控制圆盘已达到所需旋转圈数，但还未持续检测到相同颜色超过 2 秒（意为圆盘还未停止转动）
	第 3 阶段	控制圆盘已检测到位置控制所指定的颜色，且已持续检测了至少 3 至 5 秒颜色没有改变（注 1）

注 1：在状态灯闪烁的两秒周期内，如果所检测的颜色改变了，那么状态灯会从闪烁变为常亮，颜色检测的计时器会归零。

3.6 能量电池



Figure 3-25 POWER CELL

“无限充能”的重要比赛道具为能量电池（POWER CELLS）。能量电池是一个黄色 7 英寸 (约 18 厘米) 直径的具有粗糙表面的中等大小的弹性泡沫塑料球。每个球都印有黑色的 **FIRST** 的标识（如图）。球由 Flaghouse (PN 1892 YEL) 制造，由 AndyMark (PN AM-4200) 贩卖。[2020 Kickoff Kit](#) 的黑色箱子都装有一个能量电池。

3.7 视觉目标

用于视觉捕捉的视觉目标由 2 英寸 (约 5 厘米) 宽的 3M 8830 Scotchlite™ 反光条做成。贴在能量接口和装载站上。能量接口的反光条贴在外部接口的底部以定位和指示内外部接口的位置。反光条总高 1 英尺 5 英寸 (约 43 厘米)，总长 3 英尺 3¼ 英寸 (约 100 厘米)。反光条的最低位置高于地毯 6 英尺 9¼ 英寸 (约 206 厘米)。一卷 3M 8830 Scotchlite™ 反光条作为 [2020 Kickoff Kit](#) 的一部分放在了黑色箱子中。

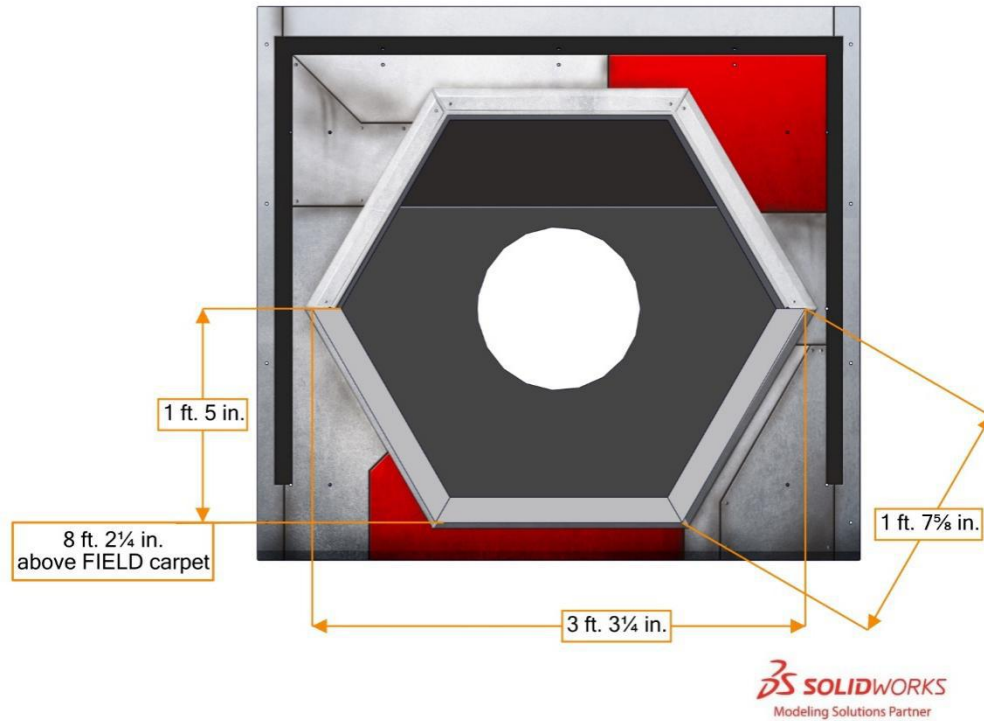


Figure 3-26 POWER PORT Vision Target

装载站的反光条是一个 7 英寸 (约 18 厘米) 宽, 11 英寸 (约 28 厘米) 高的矩形条。最低位置高于地毯 11 英寸 (约 28 厘米)。

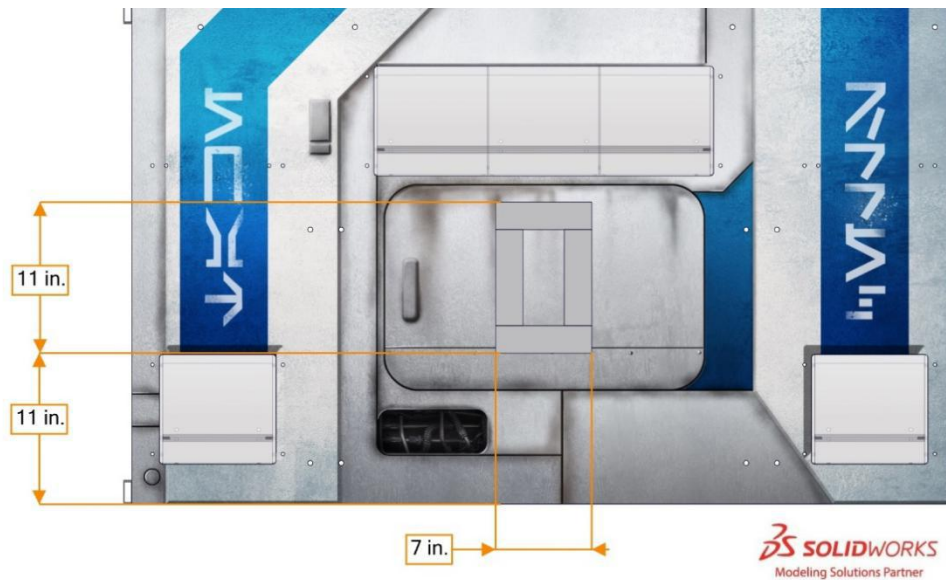


Figure 3-27 LOADING BAY Vision Target

3.8 场地控制系统

场地控制系统（Field Management System，简称 FMS）是负责感知和控制 FRC 场地元素的电子设备核心。FMS 包含所有场地用电子设备，有计算机，裁判用触摸屏，无线 AP，传感器，堆栈灯，紧急按钮灯。

当位于选手站的操控组用网线连接操控设备的时候，安装有驾驶站（Driver Station）软件的操控设备会与 FMS 通讯。一旦通讯连接成功，表 3-5 (Table 3-5) 所列的开放端口将可以使用。

Table 3-5 Open FMS Ports

端口	指定用途	能否双向？
UDP/TCP 1180-1190	当机器人的摄像头通过 USB 接口连接上了 roboRIO（FRC 用机器人主控板），摄像头的会通过本端口从 roboRIO 传送到 Driver Station 软件	能
TCP 1735	SmartDashboard 自定义面板软件用端口	能
UDP 1130	面板（Dashboard）传到机器人的控制数据所用端口	能
UDP 1140	机器人传到面板的状态反馈数据所用端口	能
HTTP 80	通过交换机连接机器人摄像头所用端口	能
HTTP 443	通过交换机连接机器人摄像头所用端口	能
UDP/TCP 554	用于 h.264 标准的摄像头推流的实时流媒体协议所用端口	能
UDP/TCP 1250	CTRE 诊断服务器所用端口	能
UDP/TCP 5800-5810	队伍可用的端口	能

队伍可以自由使用以上端口并作别的用途。（比如 TCP 1180 端口可以用于机器人与 Driver Station 之间传输数据，如果队伍不用 USB 摄像头的话）。当机器人与 FMS 相连的时候，将无法对机器人部署程序代码。额外的 FMS 信息可以参考 FMS 白皮书页面（[FMS Whitepaper](#)）

FMS 分发给 Driver Station 软件的用于位置控制的指定颜色，参考控制圆盘页面（[CONTROL PANEL](#)）。

FMS 传送用于位置控制的指定颜色给每支队伍的 Driver Station，队伍可以编写代码以便在比赛中利用这些信息。

FMS 会通过提示音来提醒赛事参与者们比赛处于什么阶段，见表 3-6。请注意提示音只是一种好心提醒，如果提示音响起的时机和场地计时器之间有不一致的时候，以场地计时器显示的剩余时间为准。

Table 3-6 Audio cues

事件名	倒计时时间显示	播放音效种类
比赛开始	0:15（自动阶段）	“骑兵冲锋号”
自动阶段结束	0:00（自动阶段）	“蜂鸣声”
操控阶段开始	2:15	“三次敲钟声”
比赛即将结束	0:30	“帝国警报音”
比赛结束	0:00	“蜂鸣声”

比赛中止	n/a	“起雾号角声”
旋转控制完成	n/a	“飕飕声”
位置控制完成	n/a	“充电音”

本章完

4 比赛内容

MATCH PLAY

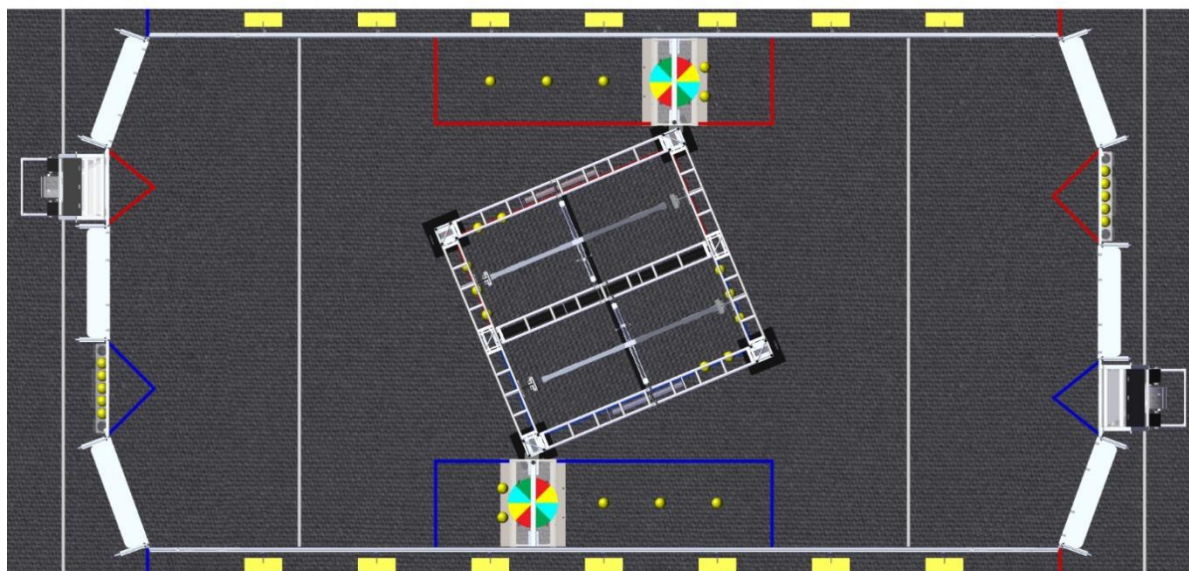
在“无限充能”的比赛中，2 个联盟（1 个联盟由最多 4 支队伍组成）同场竞技，设置和执行以下内容。

4.1 设置

4.1.1 能量电池

48 个能量电池摆放在如下位置：

- A. 5 个能量电池摆在每条壕沟通道中
 - i. 2 个能量电池放在壕沟的离场地中心较远处的底板上。
 - ii. 3 个能量电池放在每条壕沟通道的宽度中心线上，每个间隔 3 英尺 (约 91 厘米)。
- B. 5 个能量电池放在各自联盟汇合点里的分界线上的指定位置，见图 4-2（Figure 4-2）。
- C. 5 个能量电池放在各自联盟装载站的架子上，
- D. 每个联盟每台机器人可以放置最多 3 个能量电池。电池必须由机器人完全且独立支撑着，以及
- E. 每个联盟剩下的能量电池（依据机器人上的能量电池数量，一般为 0 到 9 个）按照图 4-2（Figure 4-2）的顺序摆放在各自联盟汇合点里的分界线上剩余的孔上。



SOLIDWORKS
Modeling Solutions Partner

Figure 4- 1: POWER CELL Setup

图中黄点处为 A, B, C 三项提到的能量电池的摆放位置的参考图

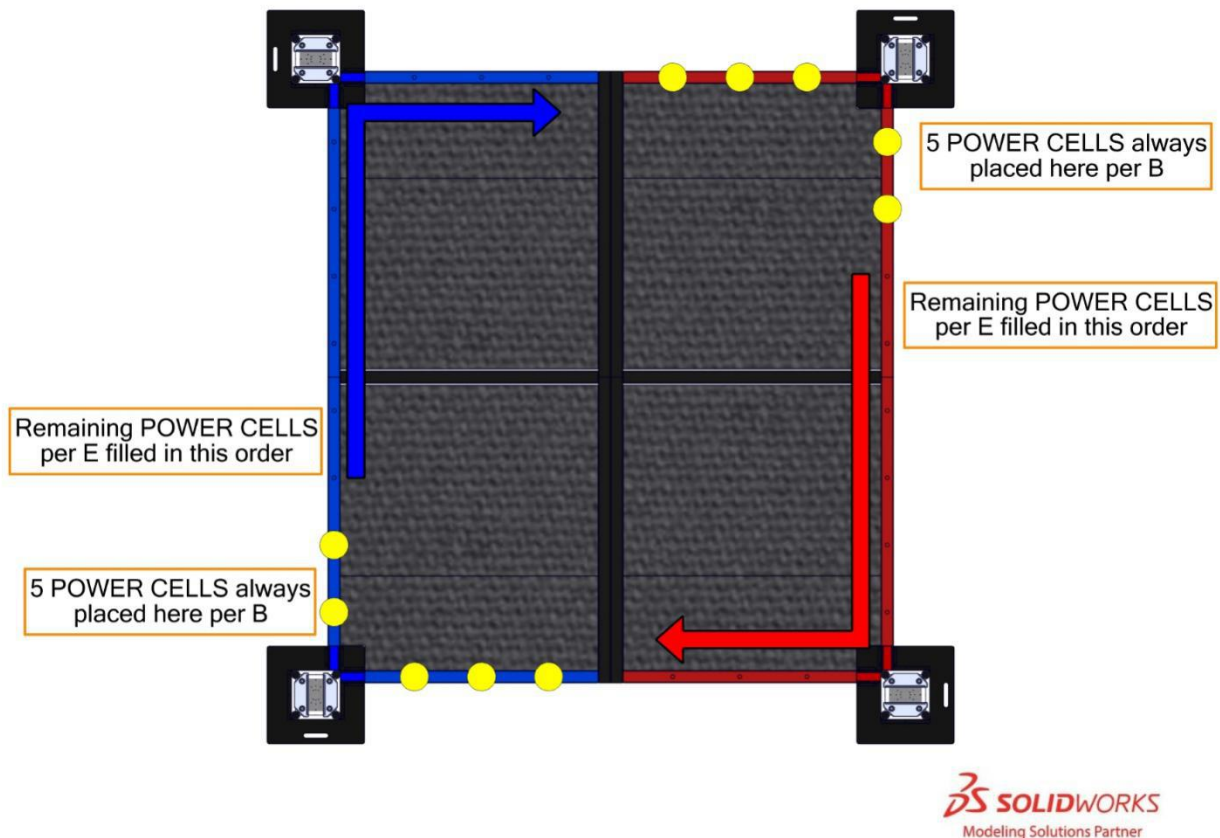


Figure 4- 2: POWER CELL setup on BOUNDARIES

1 至 9 个多余的电池按照箭头的顺序放在图中的孔上。已有的 5 个黄点是 B 项的能量电池

4.1.2 机器人

每支队伍在摆放机器人的时候，必须让机器人的保险杠（BUMPERS）至少一部分的地面投影部分和各自联盟的初始线相交。反过来讲就是初始线本身向上方无限扩展的垂直空间内必须有保险杠的一部分。

如果队伍进场摆放机器人的顺序影响到了对方或者两个联盟，当事联盟必须在比赛前放置机器人的阶段通知裁判长。裁判长知情后会要求所有机器人摆放在替代位置。资格赛中，机器人按照队伍所在选手站的顺序进场摆放：红方 1 号选手站的队伍的机器人，接着蓝方 1 号，然后红方 2 号，蓝方 2 号，红方 3 号，蓝方 3 号。在淘汰赛中也是同样的顺序，但不是蓝方后放，而是高位排名的联盟（无论所属红蓝方）后放。

4.1.3 上场人员

操控手（DRIVERS），教练（COACHES）和人类选手（HUMAN PLAYERS）都必须站在所属联盟站内的开始线后。技术员只能站在靠近场地的指定位置。

4.2 自动阶段

比赛的前 15 秒称为自动阶段（Autonomous Period）。

在自动阶段，机器人不接受任何操控组的直接控制或指令。机器人将尝试输送能量电池进能量接口，捡拾场地里的能量电池，以及在自动阶段结束前离开初始线并与其无任何垂直空间上的相交。

4.3 手动阶段

比赛剩下的 2 分 15 秒称为手动阶段（**TELEOP, Teleoperated Period**）。在手动阶段，操控组需要远程控制机器人捡拾和输送能量电池，操作控制圆盘以激活护盾发生器的不同阶段。

手动阶段的最后 30 秒为比赛最终阶段，机器人将尝试启动护盾发生器。

4.4 计分

各联盟的机器人通过自动阶段的移动，给能量接口输送能量电池，操作控制圆盘，激活护盾发生器的各个阶段，启动护盾发生器等一系列行为获得奖励。

奖励种类有比赛得分（**MATCH points**，存在于资格赛和淘汰赛，获胜关键）或晋级分（**Ranking Points**，简称 **RP** 分，存在于资格赛，对队伍排名起关键作用）

各种得分行为如何计分，如何判断得分的依据见表 4-2（**Table 4-2**）

所有得分都会在比赛中实时更新，但比赛最终阶段的得分奖励会在比赛结束后再结算并计入总分。

4.4.1 能量接口计分

各联盟通过输送能量电池进 3 个打开的能量接口中来充能。能量电池在进入底部，外部，内部接口后，通过各个接口中安装的计分传感器才算做得分。

如果能量电池卡在了底部，内部或外部接口里，未通过计分传感器，那么卡住的能量电池也会被计分。

能量接口上的提示灯会提示当前阶段达到能量满格状态的进度，见能量接口部分 [POWER PORT](#) 获得更多信息。

自动阶段及手动阶段结束后 5 秒内通过计分传感器的能量电池将会被计入各自阶段的得分中。也就是说，自动阶段结束 5 秒之后通过传感器的能量电池将按照手动阶段的计分标准来计分，5 秒内通过的按照自动阶段的计分标准来计分。比赛结束 5 秒后通过的能量电池将不计入总分。

4.4.2 护盾发生器计分

护盾发生器通过获取能量电池来积蓄能量。各联盟让护盾发生器处于运作状态（**OPERATIONAL**）及启动状态（**ENERGIZED**）来保护“第一都市”。

护盾发生器需要连续充满和激活 3 个阶段。激活每个阶段所需的能量电池的数量见表 4-1（**Table 4-1**），各个阶段需要的电池数量有所不同。每个能量电池，无论送进哪个能量接口，都会同样的计数。

Table 4- 1: SHIELD GENERATOR ACTIVATION requirements

阶段	满格所需数量	激活条件
1	9	获得 9 个能量电池且手动阶段已经开始
2	20	再获得 20 个能量电池并完成旋转控制
3	20	再获得 20 个能量电池并完成位置控制

随着赛季持续进行，各阶段充满所需能量电池的数量会增加。这个数量在区域赛和地方赛中不会更改，但在地方赛总决赛和/或 **FIRST** 总决赛的比赛中则有可能会更改。队伍会在团队更新（**Team Update**）中知晓是否比赛要更改数量

如果已达到充满当前阶段所需能量电池的数量，但没有激活下一阶段，此时继续输送能量电池的话，只会产生得分，多余的电池数量则不会计入充满下一阶段所需的数量。第 3 阶段激活后继续输送能量电池，同样只会产生比赛得分。

护盾发生器状态灯会指示充满所需的数量进度，细节参考护盾发生器状态灯（[SHIELD GENERATOR Lighting](#)）的部分。

4.4.3 控制圆盘计分

控制圆盘用于激活第二阶段和第三阶段，详细见控制圆盘部分（[CONTROL PANEL](#)）。当充满所需电池数量后就可以激活进入下一阶段。不激活下一阶段，将无法给下一阶段充能。

进入第 3 阶段后，护盾发生器处于启动状态（护盾发生器不需要达到运作状态来达到启动状态，反之亦然）

4.4.4 护盾开关计分

各联盟利用他们的护盾开关获得比赛得分，并让护盾发生器处于运作状态。

对于机器人处于“停泊”（**PARKED**）状态的定义是在比赛结束机器人由护盾产生器（直接或及物的）完全支撑，没有接触到任何联盟汇合点以外的地毯上，且不满足“悬挂”状态的定义。

对于机器人处于“悬挂”（**HANGING**）状态的定义是比赛结束计时器显示“0”五秒后，机器人由护盾开关（直接或及物的）完全支撑。

护盾开关处于“水平”（**LEVEL**）状态的定义是比赛结束计时器显示“0”五秒后，同时满足以下 2 个条件：

- A. 处于“水平”的范围内
- B. 己方联盟凡是接触护盾开关的机器人都得处于“悬挂”状态

比赛结束后，需要过 5 秒才能判断护盾开关是否处于水平状态，机器人是否处于停泊或悬挂状态。比分显示屏停止更新，护盾发生器的状态等闪烁 3 次。

护盾发生器只有在比赛最终阶段的计分项目得分大于等于 65 分才会被认为是处于运作状态。

4.4.5 分值

无限充能的得分项目的分值请看表 4-2（Table 4-2）

Table 4-2: Point Values

奖励相关	因为.....而获得奖励	自动	手动	资格赛
初始线	在自动阶段结束前驶离初始线，机器人和初始线在空间上无任何接触。 成功后每台机器人得分	5	-	-
能量电池	输送进底部接口	2	1	-
	输送进外部接口	4	2	-
	输送进内部接口	6	3	-
控制圆盘	旋转控制	-	10	-
	位置控制	-	20	-
比赛最终阶段得分	悬挂，成功后每台机器人得分	-	25	-
	停泊，成功后每台机器人得分	-	5	-
	水平，由 1-3 台机器人完成， 成功后每个联盟得分	-	15	-
护盾发生器处于运作状态	比赛最终阶段得分的总分至少 65 分	-	-	1 晋级分 (RP)
护盾发生器处于启动状态	达到第三阶段	-	-	1 晋级分
平局	得分相同	-	-	1 晋级分
获胜	得分超过对手	-	-	2 晋级分

依据表 4-2，一个联盟在资格赛最多可拿到 4 个晋级分。在淘汰赛中，不存在晋级分，也没有额外奖励得分。

4.5 规则违反

判罚种类请见表 4-3 (Table 4-3)

Table 4-3 Rule violations

判罚	描述
犯规 (FOUL)	每次犯规给对手加 3 分
技术犯规 (TECH FOUL)	每次技术犯规给对手加 15 分
黄牌 (YELLOW CARD)	由裁判长针对队伍成员及机器人的表现和违规发出黄牌警告。两黄可变一红
红牌 (RED CARD)	有裁判长针对队伍成员及机器人的表现和违规发出红牌警告。队伍本场比赛“成绩取消” (DISQUALIFIED)。
停机 (DISABLED)	机器人被原地停机，无法操控，直到比赛结束。
成绩取消 (DISQUALIFIED)	资格赛中会导致队伍在本场比赛中取得 0 个晋级分，比赛得分为 0。淘汰赛中会导致联盟在本场比赛得分为 0，直接判负。

某些犯规或违规行为一旦被裁判长认为是再犯，判罚会加重。FRC 官方并没有书面定义什么是“再犯”，通常被认为在一场比赛中针对任何条款违反超过一次就是再犯。

FRC 官方定义“暂时”是少于 3 秒，但这只是个用于参考的标准，并不是让裁判每次都去数 3 秒。

见红黄牌部分获得更多细节 [YELLOW and RED CARDS](#)

4.5.1 违反细节

本手册有几种对违规方式进行举例。下表是其中的一些例子。这些例子无法包含所有可能的违规方式在内，但也代表了一些违规后的判罚组合。

Table 4-4: Violation Examples

违规举例	扩展解释
犯规	违反时，一个犯规给与违反的联盟。
技术犯规加黄牌	违反时，一个技术犯规给与违反的联盟。比赛结束后，裁判长给与犯规的队伍一张黄牌
犯规后，如果犯规中与对方机器人接触的情况，追加技术犯规	违反时，一个犯规给与违反的联盟。如果在违反时满足了另一种判罚的条件，行为进行中又与对手机器人接触，追加技术犯规。
对于携带过多能量电池的犯规，如果是多次再犯，黄牌	违反时，每多携带一个能量电池，就给予违反的联盟一次犯规。另外，当裁判认为队伍行为过分，多次再犯，赛后通报裁判长，裁判长会在比赛结束后给与违反的队伍一张黄牌。
技术犯规累加，每 5 秒一次给与 1 次技术犯规，直到违规行为终止	违反时，一个技术犯规给与违反的联盟，裁判开始计时。如果持续违规不停止，那么每 5 秒将给予违反的联盟一个技术犯规，直到停止违规行为。 举例：同一个可判技术犯规的行为让机器人持续了 15 秒，那么将获得 4 次技术犯规。

联盟红牌

比赛结束后，裁判长给与违反的联盟一张红牌，以下为不同情况下的给与方式：

- a) 淘汰赛中，给联盟一张红牌。
- b) 其他情况下，给联盟的每支队伍一张红牌。

4.6 操控组

每场比赛都由操控组（DRIVE TEAM）代表队伍上场比赛。操控组成员来自同一支 FRC 队伍，最多 5 人，有 4 种指定身份。

定义操控组和操控组相关规则的目的是，除非有特殊情况，操控组应该是同一支队伍中的成员。队伍不能出借或借用其他队伍的操控组的人来获得战术优势。（比如联盟队长相信自己队的操控手之一比他们选上的队伍的操控手更熟练，从而让选上的队伍使用联盟队长队伍的操控手去打淘汰赛）

但在执行上希望大家自觉，原因有二。一，不想加重队伍和志愿者负担，在上场前一一核实操控组成员身份。二，给队伍有机会展现高尚与专业精神。比如操控手迟到没有及时赶到，隔壁“队伍基地”（Pit）的队伍派人来帮忙直到操控手赶到。

Table 4-5 DRIVE TEAM roles

身份	描述	在操控组里的人数	判断标准
教练 COACH	指导或顾问	1	中学生及同等学历学生或成年人导师 必须佩戴“COACH”徽章
操控手 DRIVER	操作控制机器人	1 至 3	中学生及同等学历学生，每人都必须 佩戴“DRIVE TEAM”徽章
人类选手 HUMAN PLAYER	能量电池管理员		
技术员 TECHNICIAN	帮忙放置或搬走机器人。给 机器人纠错	1	中学生及同等学历学生，必须佩戴 “TECHNICIAN”徽章

技术员对比赛开始前对机器人的放置提供技术支援，把运输机器人的小推车推到指定位置，解决机器人连接问题，操控设备的纠错，以及赛后帮忙搬走机器人。以下为比赛前技术员可以做的一些事的举例：

- 知道机器人路由，连线方式，知道路由器指示灯亮灯的意义
- 知道 roboRIO 的位置，知道其指示灯亮灯的意义
- 输入操控设备的用户名和密码
- 重启 DRIVE STATION 软件，重开 DASHBOARD 界面
- 改变网络带宽利用率（比如调整摄像头分辨率，刷新率等等）
- 帮忙换电池
- 帮忙给气动系统充气

- 帮忙把机器人搬入赛场
- 机器人安放在赛场之后，把运送机器人的推车或其他运输工具推/拉到指定地点

技术员一般为操控组的主要技术人员，所有操控组的成员都应该鼓励去学习和熟悉机器人的基本构成，比如电源开关在哪里，如何开关，如果连接和重设手柄控制器，怎么搬机器人进场，放置在什么位置，怎么把机器人搬出去，知道把运送机器人的推车推到哪里。

4.7 赛场后勤

能量电池如果离开了场地，在迅速确认安全之后，会由场地工作人员（裁判，FIRST 技术顾问（FTA）及其他场地周围的工作人员，场地主管，场地修复志愿者等）立即放回场地。

机器人不能故意送能量电池离场 (看 G7).

如果比赛开始后意外发现能量电池放错了数量，放错了位置，或有损坏的能量电池，比赛不会以赛场故障（ARENA FAULT）的名义中止比赛。受损的能量电池会在比赛场间准备阶段更换。操控组如果发现了缺少或损坏的能量电池，应该在比赛开始前就提醒场地工作人员。

当比赛结束，裁判长认为场地可以让人员安全进出了，会指示专人切换 LED 灯至绿色（此 LED 灯装在各自的外部接口处），此时操控组才能进入场地搬走他们的机器人。

在 2 分 30 秒的比赛前后，也就是比赛与比赛之间，会有一段时间用于赛场复原。赛场复原期间，刚比赛完的操控组要带走他们的操控设备和场地里的机器人；场地工作人员（场地主管，场地复原）则复原场地，重置能量电池位置；下一场的操控组搬入并安放机器人。

本章完

5 安全规则

SAFETY RULES

安全永远放是第一位的，接下来的每条规则都是每场比赛的规范，用以降低参与者受伤的风险。

场馆内的赛事工作人员拥有对安全相关事件的最终决定权。

请参考 FRC 赛事经验网页 [FIRST® Robotics Competition Event Experience web page](#) 获得关于安全，赛事进行等方面的更多信息。规则不单单只针对于 FRC 比赛或不限于比赛本身。对于违反本手册所列举的规则的行为，依据赛事经验可能会给与黄牌甚至红牌的后果。

S1. 危险的机器人：是不被允许的。不允许机器人在操作上及设计上具有危险性或有不安全因素

判罚：如果比赛还未开始，违规的机器人不被允许参加比赛。如果比赛进行中，违规的机器人会被停机

包含但不限于：

- 操控组无法停止的不受控制的动作
- 机器人零件掉出场外
- 机器人拖拽自己的电池
- 机器人持续把部位伸出场外

S2. 等绿灯亮起。队伍成员只能等待能量接口处的 LED 灯变成绿色之后才能进入场地，除非是被裁判或 FTA 明确指示进入的。

判罚：口头警告。如果再犯，黄牌。如果是恶意犯规，红牌。

对于 S2 的恶意犯规，包含但不限于：

- a. 推开并穿过正在出入口阻挡他人进入的场地复原志愿者后进入场地
- b. 无视不要进入场地的警告

S3. 永远不要跨过或跳过场地围栏。队伍成员只能通过场地的出入口进出场地

判罚：口头警告。如果再犯，黄牌。

队伍应确保任何操控组成员时刻意识到这条规则，因为此规则极易违反，尤其是操控组成员想快速进场或出场的时候。规则 S3 目的想避免令人讨厌的判罚，但执行场地的安全要求。跨越围栏会有潜在的受伤隐患。

违反 S3 的判罚会给予整支队伍，而不是给与特定个人。比如 9999 队的一位成员在第 3 场资格赛跨过了围栏，另一位成员在第 25 场资格赛跨过了围栏。初犯给与队伍口头警告，再犯则给与队伍一张黄牌。

- S4. 机器人，比赛中得留在场地内。** 机器人自身部位以及任何正在由机器人控制的物件，比如能量电池，都不能接触到场地以外的一切，除非是“暂时”进入底部接口或装载站滑道内部。

判罚：违规机器人会被停机。

请注意在赛场周围活动的可能会接近机器人的裁判和场地志愿者，以免误伤到他们。

- S5. 选手们，比赛中不得留在场地内。** 操控组的任何人在比赛时不得让身体任何部位进到场地内。

判罚：黄牌

以下恶意违规会让判罚直接升级而领到红牌的例子包含并不限于：比赛中走进场地中，比赛中身体部位接触到场地中，比赛中抓住场地内的机器人。

- S6. 远离各式滑道。** 操控组成员不能把身体任何部位进到装载站的滑道内。“暂时”进入除外。

判罚：犯规

- S7. 远离护盾发生器和控制圆盘。** 任何队伍成员不得坐在控制圆盘上，不得爬到护盾发生器上，不得吊在护盾开关上。

判罚：口头警告。再犯，黄牌。

队伍应确保任何操控组成员时刻意识到这条规则队伍应确保任何操控组成员时刻意识到这条规则。在护盾发生器周围胡闹是会引发安全事故的。

违反本规则的判罚会给予整支队伍，而不是给与特定个人。参考“S3”的蓝框内容

本章完

6 言行规则

CONDUCT RULES

C1. 恶意及异常违规. 赛事中超出规则所列的恶意行为，或反复违反任何规则或程序都是禁止的。

除被裁判目击到有本手册所列的明显的违规行为之外，裁判长会在任何时刻对恶意的机器人动作或个人行为给与黄牌或红牌。这些行为包含了对赛事现场规则的违反，具体可在 [FRC 赛事经验网页](#) 中查看 [FIRST® Robotics Competition Event Experience web page](#)

请在黄红牌部分（YELLOW and RED CARDS）获得更多细节

判罚：裁判长出示黄牌或红牌

本规则是方便裁判长保证比赛的平稳进行和参与者的安危。某些被认为会让我们的社区陷入危险的特定行为将自动判罚黄红牌。这些行为包含并不限于：

- a. C2 蓝框中所列的不当行为
- b. 跳过场地边界（比如围栏）
- c. 坐在护盾发生器上
- d. 我方机器人与对方机器人接触超过 15 秒

裁判长在例如 a 到 d 项的违规单个实例，或单项规则的多个实例出示黄牌或红牌

队伍需要注意对于本手册任何规则的违反可能会依据情况升级到黄牌或红牌。赛事中，裁判长对所有规则和违规行为具有最终解释和决定权。

C2. 做个彬彬有礼的人. 在 FRC 的赛事中，所有队伍必须文明礼貌地对待自己队的队伍成员，其他队的队伍成员，比赛人员，场地相关志愿者，赛事参与者等。

判罚：违规行为会和队伍及个人讨论。本规则的违反很可能会让判罚迅速升级为黄牌或红牌（也就是对于此恶意违规行为的容忍度很低）。

不当言行包含并不限于：使用攻击性语言或其他不文明的个人言行

特别令人鄙视的行为很可能会被驱逐出赛场，包含并不限于：

- a. 袭击。比如有意或无意投掷什么东西并击中他人。
- b. 威胁。比如说类似“如果你不回电话，你就死定了”的话。
- c. 骚扰。比如在对方做出决定后或问对方问题得到解答后，在没有异议或没有新问题的情况下，纠缠对方。
- d. 霸凌。比如使用肢体或口头语言导致他人感到身心上的不适。
- e. 羞辱。比如告诉某人他们不配当操控组成员。
- f. 咒骂。比如对别人低声咒骂，高声更是不行。

g. 大吼。在愤怒或沮丧状态下对别人大喊大叫。

C3. 要求别的队伍打比赛放水，这一点都不高尚。 队伍不能怂恿将要上场比赛的联盟里的队伍故意在比赛中放水。

注意：本规则不适用于当同一个联盟的三支队伍在特定比赛中制定策略后故意放水的情况。

判罚：违规行为会和队伍及个人讨论。本规则的违反很可能会让判罚迅速升级为黄牌或红牌，甚至导致队伍失去当前赛事的参赛资格（也就是对于此恶意违规行为的容忍度很低）。

举例 1：ABC 队为同一个联盟，C 队被 D 队怂恿不要悬挂在护盾开关上，导致 ABC 队无法获得 RP 分。D 队的目的阻止 A 队获得 RP 分威胁到 D 队的排名。D 队就违反了“C3”规则。

举例 2：ABC 队为同一个联盟，A 队是作为替补上场。D 队怂恿 A 队不要参加本场比赛而让 D 队获得对于 BC 队的排名优势。D 队就违反了“C3”规则

FIRST 对于参赛队伍施加影响于其他队伍以让对方打假赛输掉，或故意损失 RP 分之类的行为是与 FIRST 价值相违背的，任何队伍都不该这么做。

C4. 受到他人胁迫而打比赛放水，这也是不高尚的。 队伍不能因为受到非自己联盟队伍的胁迫而故意在比赛中放水。

注意：本规则不适用于当三支队伍都属于同一个联盟在特定比赛中制定策略后故意放水的情况。

判罚：违规行为会和队伍及个人讨论。本规则的违反很可能会让判罚迅速升级为黄牌或红牌，甚至导致队伍失去当前赛事的参赛资格（也就是对于此恶意违规行为的容忍度很低）。

举例 1：ABC 队为同一个联盟。D 队要求 C 队在位置控制的时候故意设置错误的颜色导致 ABC 队无法获得 RP 分。C 队答应了要求，而 D 队的动机是防止 A 队获得 RP 分威胁到 D 队的排名。D 队就违反了“C4”规则。

举例 2：ABC 队为同一个联盟，A 队是作为替补上场。A 队答应了 D 队要 A 队不上场的要求，让 D 队获得对于 BC 队的排名优势。D 队就违反了“C4”规则

FIRST 对于参赛队伍施加影响于其他队伍以让对方打假赛输掉，或故意损失 RP 分之类的行为是与 FIRST 价值相违背的，任何队伍都不该这么做。

C5. 只带一台机器人打比赛。 任何注册过的 FRC 队伍只能使用一台机器人（机器人的定义是至少有个底盘的机构组合，其主要机能可以让它在地面上来回行动的），参加 2020FRC 比赛。

“带”一台机器人参加 FRC 比赛意味着字面意义的带或使用机器人以便让队伍参加比赛。（比如备用零件，判断材料或用于练习）

“至少有个底盘”的定义比较主管，C5 的目的是当所谓底盘没有任何轮子/履带，齿轮箱，皮带/链条，那么这个机构组合就不能称之为机器人。只要包含了上述这些，就能被称之为机器人。

本规则并不禁止队伍把 FIRST 其他比赛项目的机器人带入赛场，但只作展示和观赏用。

判罚：口头警告。赛事期间恶意违规或再犯都会由裁判长，首席机检员，赛事主管单位处理。

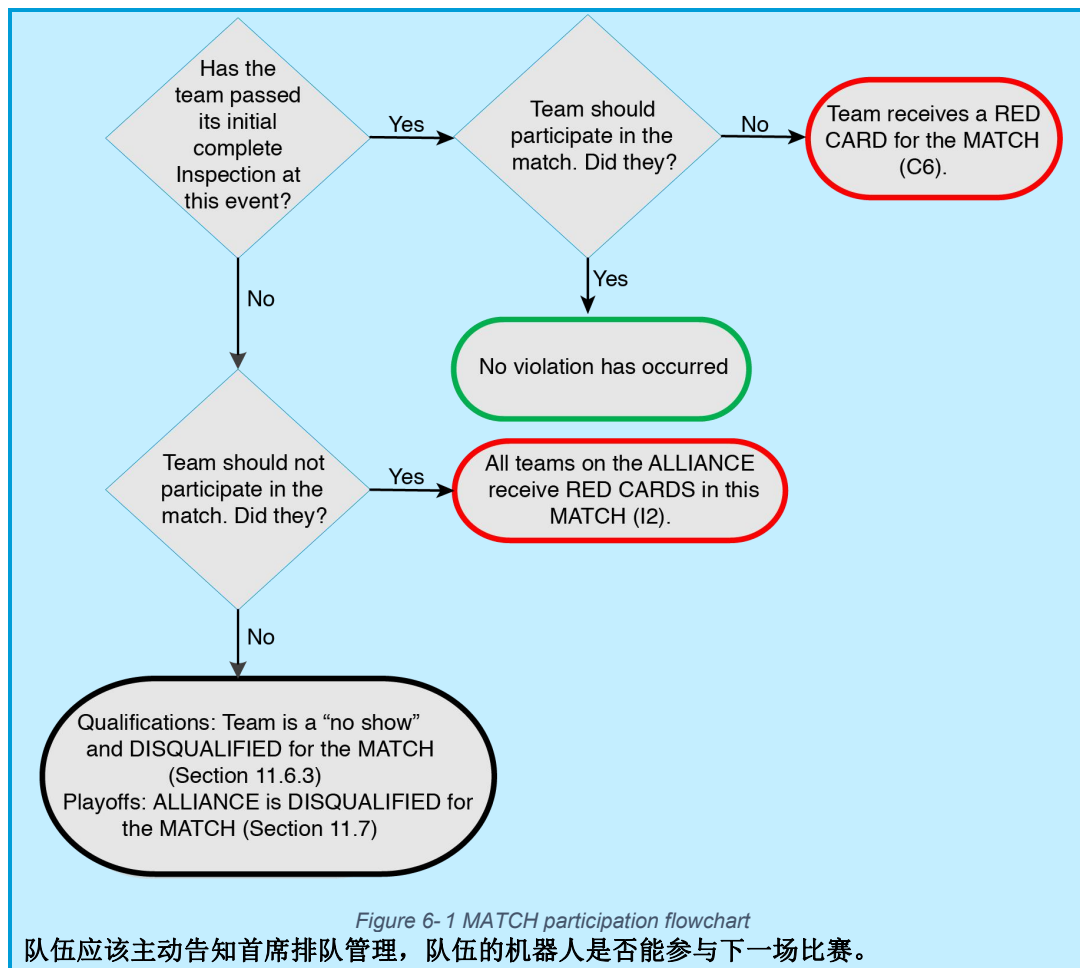
C6. 派人上上赛场比赛. 即便队伍机器人正在初检，完全检查中，队伍也必须派 1 名操控组成员出席他们需要参加的该场次的资格赛或淘汰赛。（可以不带机器人，但必须有人在选手站。练习赛除外）

判罚：如果机器人通过了初检，完全检查而不派人上场。红牌

下图翻译，从左上角的菱形开始：机器人是否通过了机检的初检或完全检查？

1.如果是，队伍应该上场比赛，他们有上场么？**是的**，那么队伍没有违反 C6（下图绿圈）；**没有**，那么队伍违反 C6 拿到红牌（右上红圈）

2.如果不是，队伍不能上场比赛，他们有上场么？**是的**，那么队伍所在联盟都拿到红牌（规则 I2，图中央红圈）；**没有**，那么资格赛中队伍失去参赛资格，淘汰赛中队伍所在联盟失去参赛资格（左下黑圈）



C7. 迅速且安全的上场及离场. 操控组不能长时间或经常性的耽误比赛的进行，比如在比赛开始之前，比赛之后场地重置的时候，以及比赛的暂停刚结束的时候。

判罚：比赛前耽误比赛，违规的机器人会被停机，比赛后则是给黄牌

操控组摆放机器人以及把机器人带出场地的过程应该安全而迅速，以下违规例子包含并不限于：

- a. 迟到（包含资格赛比赛开始前，以及在场地或联盟提出暂停后）
 - b. 比赛已经准备开始，但人还没离开场地（比赛准备开始的时候，外部接口的绿色 LED 会熄灭）
 - c. 在场地中安装保险杠，给气动系统充气，以及做其他机器人维护作业
 - d. 使用外部校准设备（队伍可以在场上使用卷尺测量距离，但不能耽误比赛）
 - e. 没有及时从选手站带走操控设备
- 在暂停结束前，机器人必须已经部署在场地上，而不是倒计时结束后才搬入。

C8. 不能设计让对方犯规. 凡是旨在强迫对方犯规的战术策略都不符合 FRC 的精神，是不被允许的。对方因此而犯规的话并不会受到处罚。

判罚：犯规。比赛中再犯，技术犯规。

在比赛中某些策略行为并不适用 C8，比如蓝色联盟的机器人接触停留在蓝色联盟装载区内的红色联盟的机器人。

C8 判罚的依据是队伍实施行为导致对方没有机会或只能采取有限的行动以避免违规，比如：

- a. 某蓝色联盟的机器人强迫某红色联盟的机器人持有超过 5 个能量电池。
- b. 某蓝色联盟机器人把远离蓝色联盟壕沟通道的某红色联盟机器人推到蓝色联盟的控制圆盘处

C9. 仅指派一名学生代表队伍向裁判长质询. 队伍只能指派一名队伍的中学生代表向裁判长交涉。

判罚：裁判长不会理睬站在该代表边上的任何人

请查看裁判互动部分 [REFEREE Interaction](#) 以获取更多过程及细节。

对于不懂英语的学生代表，可以派一名翻译帮忙。

C10. 请在所属的选手站中参加比赛. 队伍的操控设备与 FMS 的连接必须在该队所属的选手站中进行。操控设备不能移到友队的选手站操作。

判罚：站错地方，插错网线，操控设备摆到其他选手站操作之类的情況不被纠正，比赛就不会开始。如果在比赛中发生，机器人会被停机。

C10 的目的之一是防止不安全的情况，在这种情况下，随着操控手在联盟站附近移动，与操控设备相连的长网线会增加绊倒的危险。为了避免对操控手跨出规定区域时频繁判罚，我们倾向于提供一般指导方针，说明在联盟站使用操控设备是什么意思。只要操控手在他们的选手站附近，就不会有任何影响。但是，当操控手距离其选手站大约半个选手站的时候，此举很可能违反 C10。

本章完

7 赛场规则：机器人

GAME RULES: ROBOTS

7.1 比赛前与比赛后

G1. 了解你的机器人设置. 当机器人摆放在场地上时，每个机器人都必须：

- A. 符合所有关于机器人的规则，换言之就是通过了机检（练习赛的时候是例外，可以带未机检的机器人上场，怎么上场请参考机器检查章节（[Inspection & Eligibility Rules](#)）），
- B. 只有分配给队伍的道具才能由操控组留在场地上，
- C. 机器人处于开始状态（STARTING CONFIGURATION），
- D. 保险杠有一部分和所属联盟的初始线的垂直空间中相交，以及
- E. 完全和独立支撑不超过 3 个能量电池（在设置 [Setup](#) 部分有叙述）

判罚：如果预期可以很快修正错误，那么在修正前比赛不会开始。如果不能快速修正，违规机器人不但会被停机，而且基于裁判长的慎重，可能会要求机器人重新机检。

队伍应把机器人摆放在让裁判可以清楚看到是否违反 G1-D 的位置

如果机器人在比赛开始前被认定强制处于忽略状态（BYPASSED），那么没有裁判长或 FTA 的允许下，机器人不允许被搬出场地。

G2. 机器人必须用人力搬出场地（也就是不能借助工具或机械）. 机器人在比赛结束后不允许启动，队伍也不允许系留机器人，除非特殊情况（比赛正在叫暂停，开幕式之后，和比赛将要迅速重赛）或者得到了 FTA 或裁判的允许

判罚：黄牌

系留（Tethering）是指用任何有线或无线连接方式给机器人通电以控制机器人。场地里赛场设施及机器人周围的队伍成员和志愿者的安全是放第一位的，因此当比赛结束后，场地上的机器人禁止以任何方式开机。

机器人需要被安全的搬/抬下场到 Pit 区，路上可能要注意各种各样的障碍或限制。

7.2 比赛进行阶段

7.2.1 在自动阶段

G3. 自动阶段，没有防守. 在自动阶段，机器人保险杠的任何部分都不能进入己方区域（红/蓝方区域，SECTOR），见图 3-3（Figure 3-3）

判罚：犯规。如果接触到了己方区域里的对方的机器人，无论是直接还是及物的通过另一个机器人或能量电池，每次一个技术犯规

G4. During AUTO, behind the lines 自动阶段，人站在线后. 在自动阶段，联盟站的操控组成员不能触碰任何放在开始线前方的物品（人此时是站在开始线后面的）。除非是为了人身或设备安全。

判罚：每接触一样物品一个犯规

手指着，做手势或其他超过开始线的姿势，只要没碰到开始线前方的地毯或场地设施，不算违规。

为了设备安全的例子：操控设备已经从选手站的架子上掉落或者将要滑落，此时操控组成员上前接触设备抓住或拿起设备放回架子是不违规的。

G5. 自动阶段，让机器人做自己的事. 在自动阶段，操控组不允许与机器人或者操控设备之间有直接或间接的互动，除非是为了人身安全，操控设备安全或者是去按紧急停止按钮。

判罚：犯规加黄牌。

7.2.2 与能量电池互动

G6. 机器人同时不能携带超过 5 个能量电池. 机器人在非“暂时”的情况下，不能一次“控制”5 个以上的能量电池，无论是直接的还是及物通过其他对象。

1 个机器人“控制”1 个能量电池的定义是：

- A. 能量电池由机器人完全支撑。
- B. 机器人带着能量电池横跨场地，当机器人改变方向，能量电池跟着机器人一起走。
- C. 机器人抵着一个能量电池靠在场地设施上以防卫能量电池。

判罚：每多控制一个能量电池算一个犯规。如果恶意违规，黄牌。

恶意违规包含但不限于

- a. 控制 10 个能量电池
- b. 重复性的携带超过 5 个电池跨越半场

G7. 保证能量电池在场地内. 机器人不能故意弹射能量电池出场地外，除非是向能量接口发射。

判罚：每个能量电池算一个犯规。

G8. 能量电池要按照要求使用. 机器人不能利用能量电池做一些不符合其设计目的的行为，比如与场地设施互动使比赛难度降低甚至消除。

判罚：每个能量电池算一个技术犯规

违规例子包含但不限于：

- a. 对着悬挂的机器人射出能量电池
- b. 把能量电池推到或放置在对手的壕沟中以让对手难以通过
- c. 对着对手的控制圆盘发射能量电池以使电池落在圆盘上

7.2.3 特殊区域的限制

G9. 不能跨全场发射. 保险杠全部处在己方红/蓝方区域的机器人不能让能量电池“旅行”到对方的红/蓝方区域。

判罚：每个能量电池算一个技术犯规

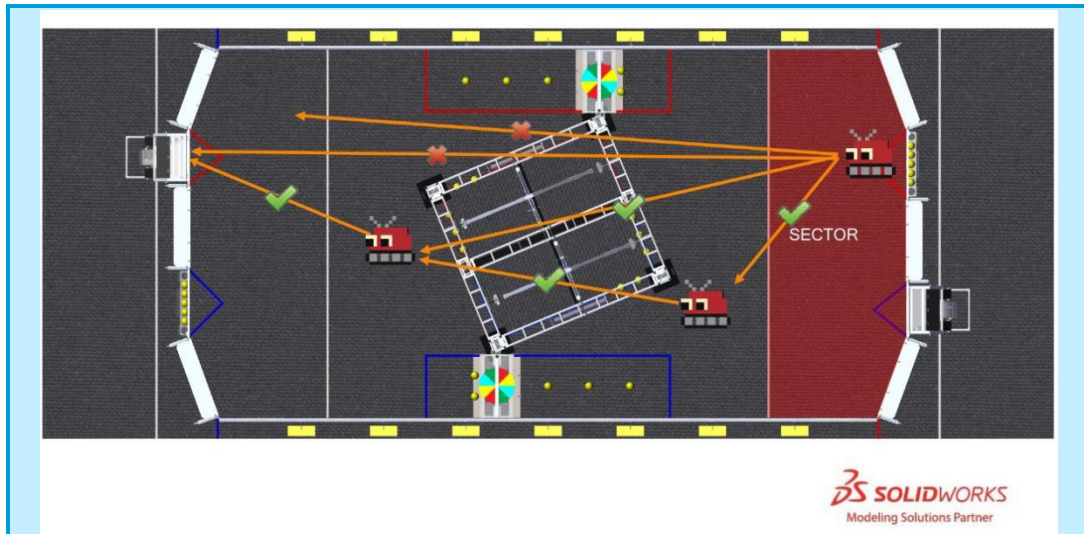


Figure 7-1: POWER CELL movement limitations

裁判或许不能正常比赛都追踪每个能量电池的发射轨迹。希望队伍在裁判能看到的地方发射能量电池，让裁判知道没有违反 G9

本规则中“旅行”的定义是在空中飞行，在地面弹跳，或在地面滚动且没有碰触到对方机器人。能量电池终止“旅行”的定义是自行停止或接触到了对方的机器人。

G10. 路线的权力. 机器人的保险杠已进入对手的目标区，壕沟通道，或装载区的情况下，不能接触对方的机器人，无论是主动的还是被动的触碰。

判罚：每触碰一次算一次技术犯规

无论是谁首先触碰都无关紧要。

队伍应该意识到把机器人开进对手的目标区，壕沟通道或装载区都将冒很大的技术犯规风险。

G11. 不让对手停泊. 对手的机器人不能触碰保险杠部分已进入我方目标区或装载区的我方机器人，无论是主动的还是被动的触碰。违反 G10 规则的机器人豁免本规则

判罚：每触碰一次算一次技术犯规

无论是谁首先触碰都无关紧要。

队伍应该意识到让机器人接近已停留在对方目标区，装载区的对手的机器人将冒很大的技术犯规风险。

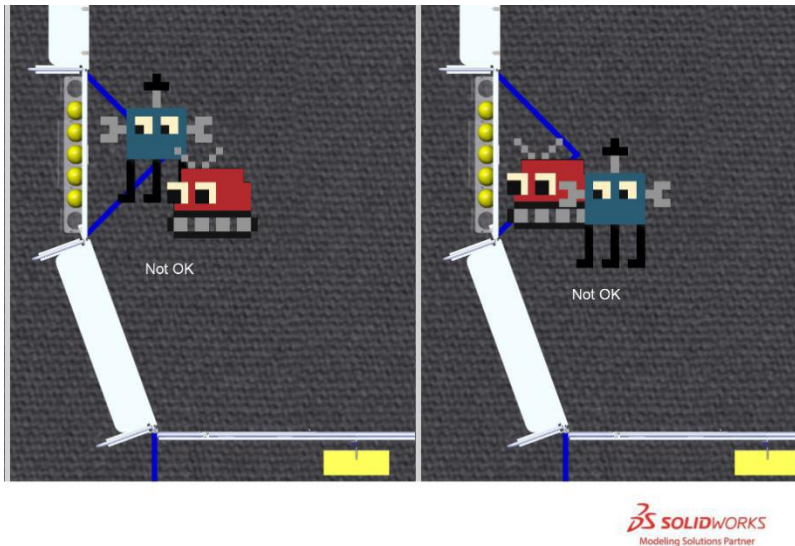


Figure 7-2: G10 and G11 examples G10 和 G11 的违规示意图

G12. 不要动对手的控制圆盘. 机器人不要在以下条件同时满足的情况下接触到对手的控制圆盘，无论是直接或及物的（比如通过能量电池）：

- A. 对手的机器人正在接触那个控制圆盘，以及
- B. 对方的能量接口已经达到能量满格状态

判罚：对手将直接获得一个护盾发生器充能的晋级分，即便他们比赛中并没有达到获得的条件。

G13. 不要在汇合点以外的地方叠罗汉. 除非队友的机器人的保险杠已经在汇合点内，不然队友机器人不允许完全支撑起我方机器人。

判罚：每个实例一个技术犯规

G14. 在比赛最终阶段，不得触碰对方汇合点内的机器人. 在比赛最终阶段，机器人不得直接或及物（通过能量电池）接触保险杠已完全在对方汇合点内，但未触碰到护盾开关的对手机器人。

判罚：技术犯规

无论是谁首先触碰都无关紧要。

队伍可以在考虑 C8 的情况下研究他们的策略，并试图让对方违反 G14。

G15. 在比赛最终阶段，别和处于悬挂状态的机器人搅合在一起. 在比赛最终阶段，机器人不能直接或及物（通过能量电池）接触未在对方汇合点中但却与护盾开关有接触的对手的机器人。

判罚：被接触的机器人，以及任何它正在支撑的队友，都会被视为悬挂成功。

无论是谁首先触碰都无关紧要。

队伍可以在考虑 C8 的情况下研究他们的策略，并试图让对方违反 G15。

比如，在比赛最终阶段，某蓝色联盟机器人接触了完全在红方汇合点中同时又悬挂在红方护盾开关下的红色联盟机器人。

7.2.4 机器人限制

G16. 让你的保险杠处于低位. 保险杠的高度在比赛期间必须位于保险杠规定范围（BUMPER ZONE）内（见 R18），除非机器人完全处于汇合点内或者被完全处于汇合点内的机器人支撑着。

判罚：犯规。如果是战略性的，红牌。

一个战略性的 G16 违规的例子包含且不限于：用机器人的框架触碰其他机器人

G17. 超高的机器人是不允许的. 机器人放在平地上的时候，最高点离平地的高度不能超过 45 英寸（约 114 厘米），除非在比赛最终阶段机器人与汇合点垂直空间相交。

判罚：技术犯规。如果超出的高度用来阻挡电池的输送，阻挡对手的投射，或用来输送电池，每个实例一个技术犯规

测量高度的时候是在平地上测的，不是在场地的地毯上测量。

举个例子，机器人在场地内行进并在边界线上移动的时候，由于一定角度的倾斜（见下图），最高点会变化，实际高度会超过规定高度。此时不违反 G17。

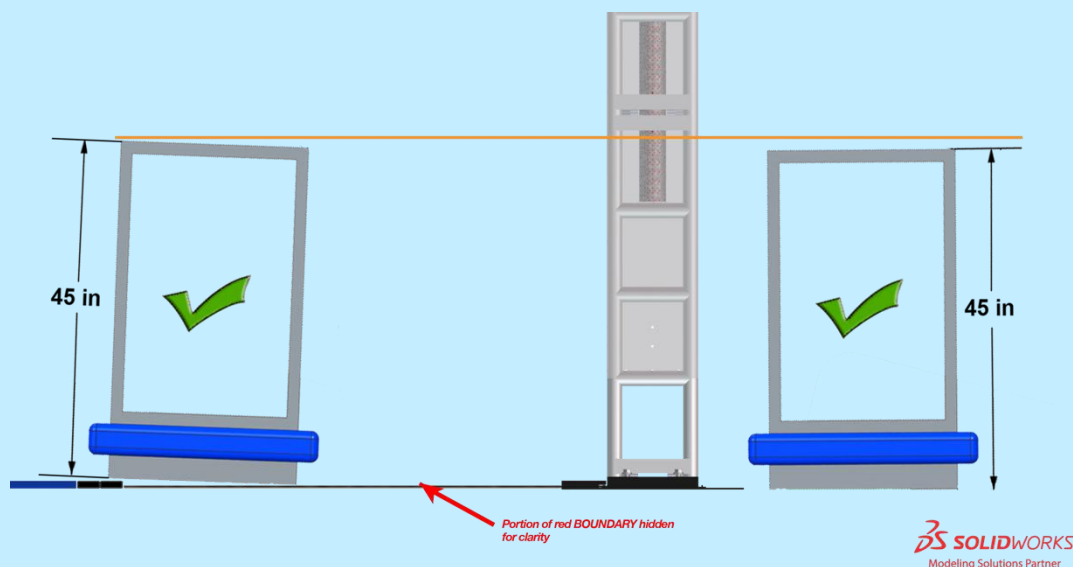


Figure 7-3 G17 Example

- G18. 不要过度伸展自己.** 机器人不能伸展过度，超过外围框架 12 英寸 (约 30 厘米) 以外的地方
判罚：犯规。如果恶意犯规，红牌

是否违反 G18 的图例见图 7-4 (Figure 7-3)。

黄线代表一侧外围框架的长度，和机器人的行进方向平行，绿线为机器人可伸展出来的长度范围，在此范围内不违反 G18，红线表示当前图中的机器人违反了 G18 所超出的长度。图中机器人 A 和 C 都违反了 G18，机器人 B 没有违反

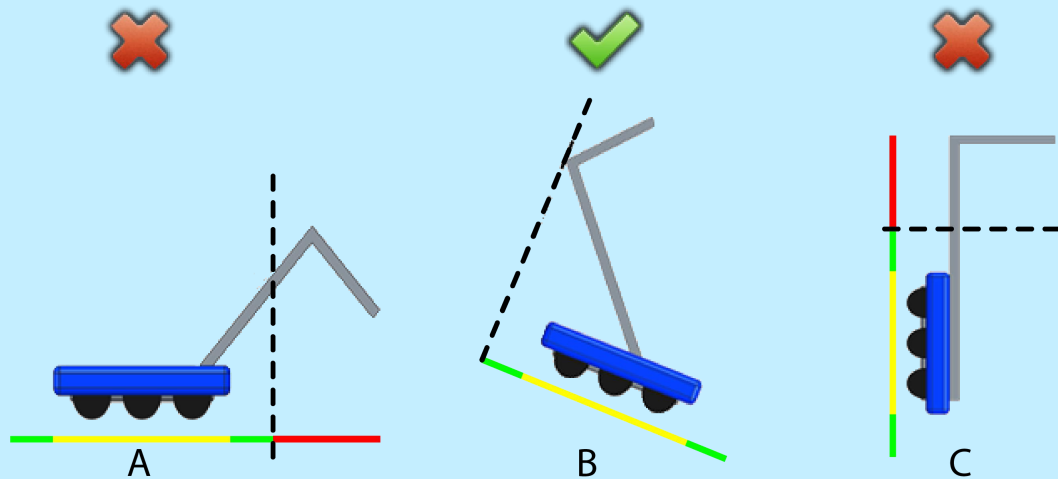


Figure 7-4: Examples of G18 compliance and non-compliance

恶意违反 G18 的例子包含：

- 为了输送能量电池而超过所规定长度
- 为了悬挂而超过所规定长度
- 为了阻挡对手接触或利用场地设施，比如护盾开关或能量接口，而超过所规定的长度
- 为了干扰输送机构而超过所规定长度伸进底部接口

- G19. 要保持机器人完整.** 机器人不能故意卸除或丢弃部件在场地内。

判罚：红牌

- G20. 要保持保险杠完整.** 不能让保险杠掉落在场地内从而导致一边的保险杠完全卸除，或者使机器人的外围框架的一侧暴露在外，或者让队号或联盟代表色分辨不清

判罚：停机

7.2.5 机器人之间的互动

- G21. 有个 5 秒紧贴计时规则.** 机器人不能与对手的机器人紧贴在一起超过 5 秒钟。机器人紧贴 (PINNING) 的定义是以直接或及物（比如顶在场地设施处）的接触方式不让对方移动。机器人结束紧贴状态的定义是相互分开至少 6 英尺远（约 1.8 米）或远离一开始紧贴的地方。紧贴过的机器人必须再等 3 秒才能再次尝试紧贴同一个机器人。

判罚：犯规，如果紧贴没有解除，那么每过 5 秒就追加一个技术犯规。

当确定机器人是否解除紧贴状态在于看被紧贴的机器人是否行进在计划的路线上。

G22. 不要串通队友阻挠比赛的正常进行. 在裁判看来两到三个机器人不能协同工作以隔离或封锁比赛中的主要得分项目

判罚：技术犯规，当情况持续，每 5 秒追加一个技术犯规。

包含且不限于的例子有：

- a. 封堵对手的壕沟
- b. 封堵所有对手装载站的滑道出口
- c. 封堵对手的底部接口
- d. 不让对手获得任何场地上的能量电池
- e. 把所有对手围堵在场地中某一小区域

一个机器人封锁场地上特定区域的行为不违反本规则

两个机器人各自独立防守两个对手的机器人不违反本规则，联手的话违反。

G23. 不能拆除对方机器人来抬升自己. 有些机器人行为会让裁判商榷，通过贴附，翻倒，纠缠造成对方机器人损坏的行为是不允许的

判罚：技术犯规和黄牌。如果策略性的导致机器人受损或瘫痪，红牌。

外围框架以外的机械结构特别容易造成伤害而违规，还会违反 G24 和 G25。队伍需要在与其他机器人接触的时候注意这些机械结构的操作。

包含且不限于的例子为：

- a. 利用楔状机构弄翻对方的机器人
- b. 通过保险杠撞保险杠的方式让试图恢复平衡的对方机器人再次翻倒。

G24. 远离其他机器人的内部结构. 机器人展现出外围框架的部分不得首先直接接触到对方机器人外围框架的垂直投影内部。

判罚：每接触一次算一次犯规

G24 定义“首先直接接触到”的对象为违规前朝着对方机器人行进的机器人

所以也有可能两个机器人同时“首先直接接触到”对方机器人内部

G25. 对其他机器人造成伤害是不允许的。 无论是否故意，机器人不得首先直接接触到对手机器人的外围框架的垂直投影内部，伤害或妨害对手的机器人。

机器人保险杠之间的间隙过大导致机器人可以完全进入他们自己的外围框架内，并不违反本规则。

判罚：技术犯规和黄牌

一些包含且不限于的例子有：

- a. 机器人伸展进入对方外围框架内并导致部件损坏
- b. 机器人伸展进入后导致对方失去动力
- c. 机器人伸展进入后导致对方的气动系统泄压
- d. 机器人无意间伸展出来导致对方机器人外围框架内的部件翻倒损坏

在比赛结束后，裁判长可能会观察受害机器人来确定是否真的造成了伤害，并可能会撤回在比赛中对于违反 G25 的判罚

G25 定义“首先直接接触到”的对象为违规前朝着对方机器人行进的机器人

所以也有可能两个机器人同时“首先直接接触到”对方机器人内部

7.2.6 与场地互动

G26. 注意你互动的对象。 机器人和操控设备与赛场设施进行互动的时候禁止做出以下行为，A 到 C 项不包含能量电池，拉手和控制圆盘。G 项不包含拉手。

- A. 抓住 (Grabbing)
- B. 握住 (Grasping)
- C. 依附 (Attaching) (包含使用魔术贴定在场地地毯上，但不包括在选手站使用魔术贴，不包括插头插进所分配的电源接口，不包括把网线插入操控设备)
- D. 使变形 (Deforming)
- E. 变得纠缠不清 (Becoming Entangled)
- F. 损坏 (Damaging)
- G. 悬挂于 (Suspending from)

判罚：比赛前，违规行为得不到纠正就无法开始比赛。如果是在比赛中，技术犯规。如果是在比赛中非“暂时”性的或者再犯的，黄牌。如果违规由机器人造成且裁判长确认还会有二次伤害，那么违规机器人会被停机。纠正的行为（比如去除尖锐部分，移除可造成伤害的机构，和/或重新机检）必须在机器人被允许参加接下来的比赛前做出。

能量电池在经过机器人处理时会遭受相当程度的磨损，例如刮擦或划痕。挖，撕碎或定期标记能量电池也是违反本规则的。

本章完

8 赛场规则：上场人员

GAME RULES: HUMANS

8.1 比赛前

H1. 你不能想用什么就用什么. 赛场上允许操控组在比赛中可以用的设备已列在下方。而且即便已列在下方，设备也不能违反其他规则，比如带来安全隐患，阻挡场地工作人员及观众视线，干扰其他队伍远程感知能力等。

- A. 操控设备
- B. 无动力信号装置
- C. 合理的装饰物
- D. 残障人士用特殊衣服和/或设备
- E. 单独使用的用于策划或追踪策略的设备
- F. 单独使用的录像设备
- G. 无动力个人防护设备（例子包含但不限于，手套，防护眼镜，听力保护）

B 到 G 项被允许带入的物品在使用上还必须满足以下条件：

- i. 不能连接或依附在操控设备，场地或赛场中
- ii. 不能连接或依附在联盟中友队成员身上（G 项的物品除外）
- iii. 不能与赛场外的任何人任务物品通讯
- iv. 不能和技术员通讯
- v. 不包含任何无线电子通讯功能
- vi. 不能用来影响比赛结果，以下允许操控组成员做的除外：
 - a. 与联盟友队成员交流战术策略
 - b. 使用 B 项允许的道具与机器人通讯

判罚：比赛在违规纠正后才会开始。如果在比赛中被发现或被发现使用，黄牌

带有安全隐患的设备包含且不限于，踏凳，大型信号装置

远程感知能力包含且不限于视觉系统，听觉范围寻找，声纳，红外距离传感器

如果图像看上去像相当巧妙的观察者，或模仿成场地内部署的视觉目标会违反 H1。

无线通讯设备包含且不限于，无线电设备，无线对讲机，手机，蓝牙通讯和 Wi-Fi。

H2. 知道你们操控组所在的位置. 比赛开始前，操控组和使用任何穿戴控制设备的人类选手和操控手必须就位于

- A. 人类选手，操控组和教练们在他们的联盟站里
- B. 技术员在联盟站以外的指定区域
- C. 技术员不得接触操控设备

判罚：比赛在违规纠正后才会开始。

对于 FRC 来说任何连接操控设备的设备会被默认为是控制设备，因为裁判可能无法辨别设备是否能控制机器人。

- H3. 让能量电池呆在原地。** 在比赛开始前，操控组任何人都不能擅自调整联盟站内或摆放在场地上的能量电池的位置。如果需要给机器人放置能量电池，请找场地上的志愿者求助，而不是擅自拿走已经摆好的能量电池。

判罚：比赛在违规纠正后才会开始。

8.1.1 比赛进行阶段

- H4. 教练和其他队伍成员禁止触碰操控设备。** 机器人必须由本队的操控手或人类选手来控制。

判罚：停机

除非有特殊情况发生才允许同联盟的其他队的操控手或人类选手代打。比如教练以外的操控组成员在过宗教节日，参加重要考试，交通问题延误尚未到场等。

- H5. 不要到处闲逛。** 比赛中，操控手，教练和人类选手不能接触联盟站以外的任何东西，技术员不能接触指定区域外的任何东西。除非是为了安全，以及做一些可疏忽的，暂时的和不重要的动作。

判罚：每个实例一个犯规

- H6. 能量电池只能从装载站补充。** 能量电池能进入场地的方式有：

- A. 在手动阶段
- B. 由操控手或人类选手之手，而且
- C. 只能通过装载站。

判罚：每个能量电池算一个犯规

- H7. 教练，不准碰能量电池。** 比赛中，教练禁止触碰能量电池，除非是出于安全考虑。

判罚：每个能量电池算一个犯规

- H8. 不要乱动传感器。** 队伍不得干预任何自动计分装置。

判罚：联盟获得红牌

- H9. 能量电池，循环利用。** 比赛阶段，每个联盟在各自联盟站拥有超过 15 个能量电池。

判罚：每个能量电池算一个犯规

如果持有超过 15 个能量电池，超出的部分必须立刻放回场地内

一旦第 16 个能量电池进入联盟站，联盟应该积极迅速安全的返还多余的能量电池进入场地。

当能量电池超过规定数量后，只要联盟站的人员积极返还电池进入场地，不会被视为违规。

因为对手自动阶段的输送而在手动阶段一开始就超过 15 个能量电池的话，也不会在一开始视为违规。

然而，如果裁判认为联盟是在故意拖延时间的话，将视为违规。

注意观察周围电池是否超过指定数量是人类选手的责任之一。

H10. 能量电池应该放在架子上. 能量电池必须存放在装载站的架子上，当联盟相互协作，积极地把围栏里的能量电池取出并放到架子上或放进滑道里，将不被视为违规。

判罚：犯规

装载站的架子上可以放 14 个能量电池，方便裁判计数。第 15 个能量电池被联盟成员手持的时候不违反 H10。

H10 意味着能量电池在比赛中不能存放在围栏中，也需要能量电池进入场地前必须先放在装载站架子上。

鼓励队伍能让裁判清楚的看到己方没有违反 H10

8.2 赛场内

H11. 非请勿入. 只有当前比赛的操控组允许呆在其相应的联盟站里

判罚：比赛在违规纠正后才会开始

H12. 表明你的身份. 操控组在赛场中必须佩戴明显身份标识，正确的身份标识有：

A. 所有操控组成员在赛场内必须佩戴指定徽章，全程佩戴在腰部以上明显可见的地方

- i. 教练佩戴“教练”（COACH）徽章
- ii. 操控手和人类选手佩戴“操控组”（DRIVE TEAM）徽章
- iii. 技术员佩戴“技术员”（TECHNICIAN）徽章

B. 在淘汰赛中，联盟队长必须清楚展现指定的联盟队长标识（比如帽子或袖标）

判罚：比赛在违规纠正后才会开始。没有身份标识的人必须离开赛场。

- H13. 不得滥用赛场权限.** 队伍中（除去操控手，人类选手和教练）有权进入赛场周围限制进入区域的成员（佩戴技术员徽章或佩戴赛事颁发的媒体徽章等）不能在比赛中指导或使用信号装置。不重要的违反和提醒安全的行为不会视为违规

判罚：黄牌

技术员帮助队伍准备机器人以最佳状态参与比赛。技术员不被视为额外的教练，操控手或人类选手

队伍成员所在的开放观众区不会被视为限制进入区，无法阻止其指导或使用信号设备，见 E1 获得更多细节

- H14. 别乱动能量电池.** 队伍不得以任何方式改造属于赛场的能量电池。

判罚：红牌

标记，切割或站在能量电池上都是违规的。

- H15. 禁止击打玻璃.** 队伍成员禁止敲打选手站的塑料窗

判罚：口头警告。如果在多场比赛中违反，黄牌

- H16. 注意互动对象.** 操控组禁止以下与赛场设置间的互动行为

- A. 攀爬（Climbing）
- B. 悬挂（Hanging）
- C. 使变形（Deforming）
- D. 损坏（Damaging）

判罚：比赛在违规纠正后才会开始。比赛中，技术法规

本章完

9 机器人搭建规则

ROBOT CONSTRUCTION RULES

比赛手册的本章节与 2020FRC 机器人的搭建有关。机器人每场赛事都通过机检才能上场参加资格赛或淘汰赛。参考机器人检查规则 [Inspection & Eligibility Rules](#)。

9.1 总览

以下规则明确了合法零件和材料，以及这些零件和材料如何应用在 2020 机器人上。机器人是由 FRC 队伍组装的机电设备以参加当前赛季的比赛，包含了比赛所需要的所有基础系统——动力，通讯，控制，保险杠和场地移动。

搭建规则牵扯到很多方面，包含安全性，可靠性，对等性，挑战合理设计的创造性，对专业标准的坚持，竞争的影响，与 KOP（Kit of Parts，套件）的可兼容性。KOP 的内容包含本赛季的开题套件，FIRST Choice 提供的物品，产品捐赠券（Product Donation Voucher，PDV）。

另一个制定这些规则的目的让机器人上的所有动力来源和主动驱动系统（比如电池，空压机，马达电机，伺服电机，推杆及其他控制件）从一组定义明确的选项中得出。这是为了确保所有队伍有相同的驱动资源，也让机检员能精确有效的评估所使用部件的合法性。

机器人由“部件”（COMPONENTS）和“机械结构”（MECHANISMS）组成。部件为机器人最基础结构的组成部分，不通过破坏等手段无法拆解或更改其基本功能。机械结构是一个 COTS 或定制组装的部件，给机器人提供特别功能。机械结构不需要破坏就可以被拆解成数个单独的部件，也能再组装起来。

本章节很多规则都提到了“商业现成品”（Commercial-Off-The-Shelf，COTS）物品。COTS 物品必须是向所有队伍公开发售的标准件（不是定制的）。作为一个 COTS 物品，其部件或机械结构必须处于没有改装过，也没有更改的状态（除非是由软件来实现安装或改装的）。物品如果已经不在市面上流通，但其功能和从商家刚寄来时候的初始功能没有任何区别，可以被视为 COTS 或者二手的。

案例 1：队伍订购了 2 个 RoboHands 公司的机器人抓手，并收到了这两个物品。他们决定一个放在储存室里备用，另一个在上面挖几个孔减轻重量。第一个仍然是 COTS 物品，而第二个抓手已经变成了“加工件”（FABRICATED ITEM），因为它已经被改造了。

案例 2：队伍公开获得了某厂生产的驾驶模组的蓝图，让本地的五金店制作复制品。这个复制品不能算作 COTS 物品。因为这不是这家五金店平时贩卖的商品，而是定做的。

案例 3：队伍赛季前公开获得了专业出版社的可用设计图纸，并在搭建期使用图纸加工出一个变速箱给机器人用。设计图纸被认为是 COTS 物品，是制作变速箱的“原始材料”。但制作出来的变速箱是加工件，不是 COTS 物品。

案例 4：一个 COTS 零件贴有无法使用的标签仍然是 COTS 零件，但一个 COTS 零件加装了一个特定设备的安装孔就是一个加工件。

案例 5: 队伍有个 COTS 单板处理器 1.0 版本, 不再有售。市面上只有 COTS 单板处理器 2.0 版本可以买到。如果 1.0 版本和初始功能一样, 就可以使用。

案例 6: 队伍有个 COTS 变速箱已经停止生产, 只要和初始功能一样, 就可以使用

商家被认为是合法的 COTS 物品供应商必须满足以下判断标准。

- A. 有美国联邦税收识别码, 美国以外的地区的商品必须有所在国政府同样的认证确认该商品是合法的
- B. 不属于 FRC 队伍附属公司的性质, 队内有人在队伍和商家之间有联系, 但队伍的商业活动必须与商家是分开进行的
- C. 必须能在获得订单后于 5 个工作日内发出物品。可以有例外, 比如在 1000 支队伍同时订购同一个商品的时候可以有延误。
- D. 能在赛季中确保充足的货源满足队伍的要求。如果制作商品花了两周, 那就是加工件。
- E. 商品向所有 FRC 队伍出售。商家不能限制供应或向队伍限量提供

此定义的目的是尽可能地包容所有内容, 以允许所有合法来源, 同时防止特设组织向有限的队伍提供特殊用途的产品, 以规避成本会计规则。

FIRST 希望能让队伍对合法来源能有尽可能广泛的选择, 可以以最好的服务与价格获得 COTS 物品。要避免因延误给队伍参与比赛带来影响。商家必须确保他们的商品, 尤其是 FIRST 独特物品及时送到队伍手中。

理想情况下, 选择遍布全国的商家。但请记住 FRC 赛事并不总是在家乡附近举办, 如果拿不到零件, 在当地获得替换材料是很重要的。

加工件是指任何已经更改过，打造过，铸造过，构造过，调制过，创造过，切过，热处理过，机器加工过，制造过，改装过，喷漆过，生产过，表面处理过，等各种处理过后的部件或机械结构。以最终形态用在机器人上。

注意一些物品（尤其是原材料）可能既不是 COTS 也不是加工件。比如一个 20 英尺 (约 610 厘米) 长的铝材被切成 4 段 5 英尺 (约 152 厘米) 长用于储存或运输的话，既不是 COTS 物品（不再是刚买来的状态）也不是加工件（加工后并没有用在机器人身上）。

队伍可能被要求提供文件来证明非 2020KOP 物品的合法性，用来机检的时候检查是否符合相关规定和限制（比如气动物品，电流限制，COTS 电气设备等）。

一些规则对零件使用了英制单位来做要求。如果你的队伍对零件的英制尺寸转成公制后其数值是否精确有疑问的话，请发邮件到 frcparts@firstinspires.org 获得官方的解答。如果对某零件的替代产品将来是否允许用于 FRC 比赛，请在联络的同时把零件的具体规则参数发送到 frcparts@firstinspires.org

对于提供支持和帮助队伍的赞助商和导师，队伍应该在制作宣传品的时候把学校，赞助商的名字印在宣传品或标识上以示感谢。

比赛是充分接触的竞赛，对抗性会很高。虽然规则旨在限制对机器人的剧烈伤害，但队伍应该在设计机器人时考虑更加坚固点。

9.2 通用机器人设计准则

R1. 机器人（含保险杠）必须有外围框架（FRAME PERIMETER），被保险杠区域（BUMPER ZONE）包裹住，并确定存在于机器人的开始状态（STARTING CONFIGURATION）。外围框架是由机器人的固定的，非铰接的结构元件组成。框架四周突出的微小零件只要伸出不超过 ¼ 英寸 (约 6 毫米) 例如螺栓头，紧固件末端，焊缝和铆钉，就不会被认为是外围框架的一部分

如何确认外围框架：可以在 R18 所描述的保险杠区域范围内使用一根绳子围住机器人并拉紧，绳子围住的部分就会指示出外围框架的范围。

举例：某机器人的底盘形状像字母 V，底盘前方有个开口。用绳子围住拉紧后，外围框架就像一个三角形，

R2. 当机器人处于开始状态（比赛刚开始时，机器人所处的状态）的时候，机器人的任何部分或零件都不能伸展超出外围框架的垂直投影范围之外。保险杠与机器人相连的部分，还有微小的突出物，例如螺栓头，紧固件末端，焊缝和铆钉，扎带等不算作超出。

如果机器人设计成每条边紧贴垂直墙壁（在开始状态且去除了保险杠），只有外围框架或微小突出物才能碰到墙壁。

R2 中所指的微小突出物是指从外围框架及其横截面伸展出来的较小的突起物。

如果机器人拥有可内部转换或替换的 I3 所提到的机械结构设计，队伍必须展示所有状态以符合 R2 和 R4 的要求。

- R3.** 机器人在开始状态下，外围框架的周长不能超过 120 英寸 (约 304 厘米)，高度不能高于 45 英寸 (约 114 厘米)。

还要考虑放在推车上搬运过程中，会不会卡到进出的门，还要考虑为了运输是否能装进所用的箱子或载具中。

请注意保险杠规则（[BUMPER Rules](#)）中保险杠的规则对机器人的尺寸会有额外的限制

- R4.** 机器人的任何部位或零件都不能超出外围框架外 12 英寸 (约 30 厘米)处，见图 9-1（Figure 9-1）

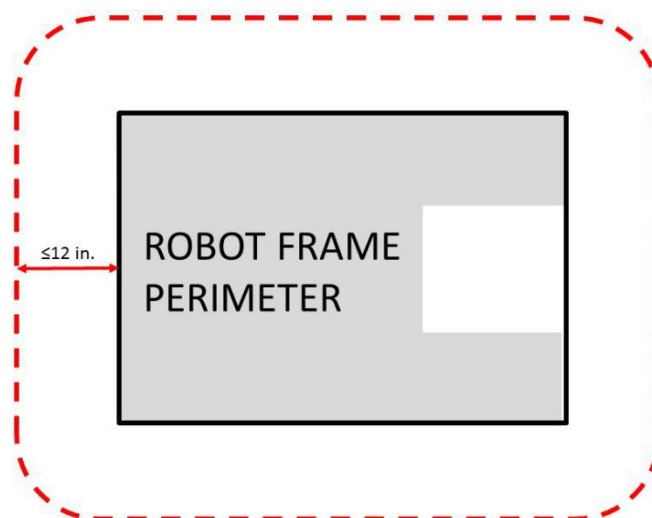


Figure 9-1 FRAME PERIMETER extension 黑线就是外围框架，红虚线就是不能超出的范围

在机检过程中机器人必须展示机器人能伸展或约束到何种程度，演示的时候可以用软件或硬件来实现

查阅“比赛规则：机器人”（[Game Rules: ROBOTS](#)）获得场地中各区域对于机器人高度和伸展限制的规定。

R5. 机器人重量不能超过 125 磅 (约 56 公斤). 当称重的时候, 机器人的基本结构和所有另外的机械结构的零件在同一个状态下使用的话, 必须按照 I3 的规定一起称重。

以下物品不会被算在总重量内:

- A.** 机器人的保险杠
- B.** 机器人的电池和电池连接线 (连接线不超过 12 英寸 (约 30 厘米), 包含接线头, 连接螺栓和绝缘部分)

9.3 机器人安全与伤害防范

R6. 牵引设备表面不能有能损坏赛场的要素 (比如金属打磨, 硬塑料钉子, 楔子, 魔术贴及类似依附物)。牵引设备是指机器人设计用来在机器人与场地地毯之间传达推进力和抑制力的机器人零件。

R7. 机器人上的突出部及暴露表面不能对场地设施 (包含能量电池) 或人类造成伤害。

R8. 机器人零件不能由有害材料制作, 应该是安全的, 不会引发不安全条件, 以及不能妨碍到其他机器人的操作

违反 R8 的举例包含且不限于:

- a. 盾牌, 帘子或其他设计用来阻挡操作手或教练的视线的材料或设备, 或者干扰其他人安全操控的东西。
- b. 扬声器, 汽笛, 气喇叭, 或其他会导致严重分心的音频设备
- c. 任何能干扰或妨碍其他机器人的远程感知能力的设备, 远程感知能力包含听觉范围寻找, 声纳, 红外距离传感器。比如机器人图像看上去像相当巧妙的观察者, 或伪装成场地内部署的视觉目标, 参考视觉目标 ([Vision Targets](#))
- d. 发射 I 级以上激光的激光装置
- e. 可燃烧气体
- f. 可产生火焰或烟火设备
- g. 液压液体或液压物品
- h. 包含液态水银的开关或触体
- i. 能产生超过 24 伏电压的电路
- j. 任何没有完全固定住的负载物, 比如沙袋, 滚珠轴承, 这些都有可能比赛中变松。
- k. 暴露的, 未处理过的有害材料 (比如铅块)。这些材料必须作喷漆, 包裹, 或其他封装处理以防止任何人接触到。这些东西不能在赛事期间加工。
- l. 轮胎密封胶
- m. 机器人身上的高亮度光源 (比如超亮 LED 灯, 标注这军用或自我防卫用), 只能用来闪很短的时间, 且照射对象不能是赛事参与者。如果有人抱怨此类光源的使用, 机器人需要重新机检, 可能会要求拆除。

队伍需要出示材料安全性数据表（MSDS），如果机检员对某些材料的安全性提出质疑的话。

R9. 机器人必须允许在停机和断电时从机器人中移除比赛道具，或将机器人从场地设施中移出

比赛结束之后，机器人不会重新启动，因此队伍必须快速，简单，安全地移走比赛道具和机器人。

R10. 润滑剂仅可用于减少机器人内部摩擦。绝对不能让润滑剂污染场地或其它机器人。

9.4 预算限制和制造进度

R11. 机器人上所有物品的总成本，包含软件在内，不得超过 5000 美元（约合 35000 人民币），所有成本核算将会在“预算限制和制造进度”章节中解释（[Budget Constraints & Fabrication Schedule](#)）。以下为不必计入总成本的例子：

- A.** 单价低于 5 美元的单独物品，可从商家购买
- B.** 来自本赛季 KOP 中的物品（可用相同功能的替代品），免于计算成本的最大数量与 KOP 所包含的数量相同（含新秀队伍的 KOP 物品）。
- C.** 特许免计成本的物品有：
 - i. 1 个惯性测量单元（Inertial Measurement Unit）（注意依然需要符合 R12）
 - ii. 所有由 **FIRST Choice** 在任何赛季提供的 Rockwell Automation 传感器，

辨别含有惯性测量单元的物品的方法在于在商家描述中是否有 IMU 或惯性测量单元的描述

队伍需要准备将机器人的总造价和所有不是 KOP 的物件全部申报给检查员。如有必要，队伍还应准备好表明特定项目是从 **FIRST Choice** 或当前季节的优惠券中收到的。

按照 I6, 队伍必须准备好在检查期间向检查员显示物料清单（BOM）。BOM 可以以印刷或电子形式显示。

个人组件或机构，没有被 R11 排除的, 从先前的机器人中获取并用在 2020 年的机器人必须将其未折旧成本包含在 2020 BOM 中并应用于总体成本评估

案例 1: Kickoff KOP 清单列出了分配给新秀队伍的灰箱子中的 2 个马达控制器 XYZ。任何队伍，包括没有收到这些项目的资深队伍，都可以在 KOP 核对清单中以 0 成本计算最多 2 个马达此类控制器。额外数量的马达控制器必须按公平市场价值计算成本。

队伍使用 **FIRST Choice** 积分或凭证来获取 ABC 部分。该部分，由队伍通过 KOP 获得的数量可以计入 0 美元。

额外数量的同一项目必须按公平市场价值计算。

案例 3: 零件 ABC 在 **FIRST Choice** 中可用，但是队伍决定他们已经有足够的材料并且没有通过 **FIRST Choice** 获得任何资产。机器人上使用的所有这些项目都需要按公平市场价值计算，因为它们不是来自当年的 KOP

相同功能的替换品意味着在敏锐的观察者看来形状，大小，特点，功能和原来的一模一样

比如，任何 CIM 马达都可以被其他 CIM 马达，PC 板可以被其他同型号的 PC 板代替，这叫相同功能的替换品。如果两个马达控制器有相同外观，但有不同功能，就不能算是替换品。

- R12.** 非独立的、不是 KOP 的零件的公平市场价值不可超过 500 美元。基础部件主体购买的总价可以超过 500 美元，只要每件单独的基础部件不超过 500 美元。

Analog Devices ADIS16448 IMU MXP Breakout 板没有一个公开的公平市场价值（Fair Market Value，FMV）。但这个设备可以认为符合 R12。

如果 COTS 是模块化系统的一部分，可以在几种可能的配置中组装，那么每个单独的模块必须符合在 R12。

如果模块设计为组装为单一结构，并且装配只适用于该结构，那么包括所有模块的整个结构的总成本必须符合在 R12。

总之，如果供应商销售系统或套件，队伍必须使用整个系统/套件公平市场价值而不是其基础部件的价值。

案例 1：A 供应商卖了一个齿轮箱，齿轮箱可用于一系列不同的齿轮规格，也可以匹配两种该供应上卖出的不同的马达。队伍购买了齿轮箱、齿轮组、和一个马达（不以系统或成套用品的形式供应），并把它们组合在一起。每个部分在 BOM 计价中应被独立地计算，因为购买的零件可以简单地在很多种结构中使用。

案例 2：B 供应商销售了一个机械手臂，有一支队伍想要使用。然而，它的花费是 700 美元，所以那支队伍不可以使用。就算是这个队伍分别以各 200 美元购买的机械臂的不同关节，这也是违规的行为。

案例 3：C 供应商出售了一组轮子，这些轮子通常 4 只一组使用。但是，这些轮子也是可以以其他任何形式使用的。一支队伍买了四只轮子然后以常用方式使用它们。在这种情况下，这些轮子作为独立零件计入 BOM。

- R13.** 每个非 KOP 项目的 BOM 成本必须根据材料和/或人工的单位 FMV 计算，队伍成员（包括作为团队成员的赞助商员工）提供的人工，其他队伍成员，活动提供机加工厂和运输除外。

COTS 商品的公平市场价值是由商家/供应商 COTS 定义的价格，用于零件或相同功能的替代品。在建造和比赛期间，所有 FIRST 机器人竞赛团队都必须普遍获得这个价格（短期销售价格或优惠券不反映公平的市场价值），但是仅希望团队在确定项目时做出真诚的努力

价格，并且预计不会因价格波动而在整个季节内监视机器人物品的价格。公平市场价值是商品本身的成本，不包括任何关税，税金，关税，运输或其他因地点而异的成本。如果将 COTS 零件批量采购，则可以按比例缩放成本以评估一个单位的公平市场价值。

COTS 软件的公平市场价值是商家设定的价格，以许可队伍从 Kickoff 到 FIRST 总决赛结束期间在机器人上运行的该软件（或软件组件）。在机器人上使用的免费软件（包括通过虚拟 KOP）获得许可的公平市场价值为 0。

可以使用以下两种方法之一来解释用于制造加工件的原材料的公平市场价值：

- 可用于制造单个零件的任何可购买数量的成本（例如可购买的原材料大于制造的零件）。
- 将由相同原材料制成的零件分组，并考虑可以生产所有这些零件的单个数量的成本。

案例 1：一支参赛队伍向一个公司定制了一个支架。这个公司的材料花销以及人力成本将计入开销。

案例 2：一支队伍获得了一只捐赠的传感器，那么，这只传感器将以市场价格计入团队的花销

案例 3：FIRST 官方指定供应商的特价零件可以以其打折价格计入团队的花销。

案例 4：如果一支参赛队伍买了一根铁棒，并且叫当地加工商把铁棒削到了相应的尺寸，加工商不收取 2 小时加工用掉的人工费。但加工商并不是队伍的赞助商，那么加工商的人力成本也是要按照市价加入队伍花销中的。

案例 5：如果一支参赛队伍花了 10 美元买到了一根钢轴。然后，队伍的赞助商免费为他们进行了加工。如果加工师被认定为队伍的一员，那么，加工的费用不必计入队伍的花销。

FIRST. 对于 FIRST 以及各支参赛队伍来说，和尽可能多的组织建立联系是极好的。我们鼓励参赛队伍招募尽可能多的队员以及赞助商，因为这样的行为使更多的人员与组织加入 FIRST 这个大家庭。

鼓励队伍接受赞助商的公司及其成员的支持，即便赞助商只是提供加工间

案例 6：如果一支参赛队伍花了 10 美元买到了一根钢轴，然后，其它队伍加工了它。那么，这部分的人力劳动是计入花销的。

案例 7：一个队伍买了一张 1 平米的铝板，只用了其中的十分之一，那么，就按照十分之一的价格结算。

案例 8：队伍通过旧货销售或在线拍卖以 3 美元获得一套小工具，但在供应商处的价格为 13 美元。BOM 上显示的 FMV 应为 13 美元。

案例 9：队伍为了机器人用同种材料打印了数个零件，只需要把此材料的总消耗量计入这些零件的成本

R14. 不允许使用在 Kickoff 前制作的加工件（FABRICATED ITEMS）。以下为例外：

- A.** 操控设备
- B.** 保险杠（一种机器人外部有效的保护措施，详情参见保险杠规则（[BUMPER Rules](#)））
- C.** 符合 **R5-B** 的电池装配，
- D.** 加工件（只含有一种 **COTS**，如马达和马达控制器）和所连接的部件有任何下列更改：
 - i. 修改电线以便于连接机器人（包括拆除现有连接器）
 - ii. 连接器和任何材料，以保护和隔离添加的连接器
 - iii. 改装了电机轴和/或增加了齿轮，滑轮或链轮
 - iv. 用过滤电容器改装的电动机，如下面的蓝框所述 **R56**
- E.** **COTS** 带有以下的改造：
 - i. 非功能性装饰或标记
 - ii. 依据制造商规格组装，除非组装结果构成了 **I1** 中提到的主要机械结构
 - iii. 可以在 **30** 分钟内使用手持设备进行改造（在 **COTS** 零件上打些小孔）

请注意，这意味着在 **2020** 年 **FIRST** 机器人竞赛中不能在机器人上使用来自之前 **FIRST** 比赛的机器人的制作项目（除了 **R14-B** 到 **-E** 许可范围内）。在搭建正式开始之前，鼓励队伍尽可能多地考虑他们的机器人。他们可以开发原型，创建概念验证模型，并进行设计练习。队伍可以收集他们想要的所有原材料和 **COTS** 组件。

精确加工机器（**CNC**，磨床）加工出来的特性，可能依然满足 **R14-E iii** 项，如果这个特性可以在有限指定下做出来。

案例 1：一个队在秋季训练时间建造了一个双速变速箱。在 **Kickoff** 后他们综合了秋季训练时的设计要点用来设计机器人。为了完善机器人变速箱的设计，他们改进了齿轮齿数比并缩小了体积，并且以此为基础又造了两个新的变速器放在了机器人上。以上所有的活动都是允许的。

案例 2：队伍重新使用先前机器人中的 **2020** 合法电机，该电机已将连接器添加到电线。根据例外情况 **D**，这是允许的，因为电机是 **COTS** 电气基础部件。

案例 3：如果队伍重新使用之前用过的钻过孔的铝管。在现在的机器人上，这些孔没被用到。因此这些孔对现在的机器人来讲只是减重孔，而且钻过的孔在 30 分钟内就可以手枪钻钻出来，依据 R14-E iii，此铝管是可用的

- R15.** 如果资料来源（详细到可以做出设计）是在 Kickoff 之前公开发布的，那么这些比赛前的软件设计和电子/机械设计也是允许使用的。

例 1：如果一个队发现他们秋季设计的变速器可以正好可以用在本赛季的机械臂上，于是他们重新做一个和原来一样的变速器装在机器人上。但这其实是不行的！因为这个变速器是他们在开赛之前就详细设计好的。

案例 2：一个队伍为 2019 年的比赛开发了一个全方位的驱动系统。在 2019 年夏天，他们改进和改进控制软件（用 C++ 编写），以增加更多的精度和功能。他们决定在 2020 年的比赛中使用类似的系统。他们将大部分未修改的代码复制到控制软件中来编写新的机器人程序（C++）。这将违反规则约束，不允许。

案例 3：同一队伍决定使用 LabVIEW 作为 2020 年的软件环境。在 Kickoff 之后，他们使用先前开发的 C++ 代码作为实现其全方位控制解决方案所需的算法和计算的参考。因为他们在移植算法时开发了新的 LabVIEW 代码，所以这是允许的。

案例 4：不同的队伍在秋季期间开发了类似的解决方案，并计划在其机器人上使用开发的软件。完成软件后，他们将其发布在一个普遍可访问的公共论坛中，并将代码提供给所有队伍。因为他们在 Kickoff 之前公开了他们的软件，他们可以在他们的机器人上使用它。

案例 5：队伍在秋季期间开发变速器。完成项目后，他们会在一个普遍可访问的公共论坛上发布 CAD 文件，并将其提供给所有队伍。因为他们在 Kickoff 之前将设计公之于众，他们可以使用该设计创建一个相同的变速器，在 Kickoff 之后制造，用于他们的 2020 机器人。

- R16.** 当队伍正在参加某赛区的比赛（无论队伍是不是在比赛场馆中），队伍不得在基地加工区（以下简称 Pit 区）关闭的时间段内改造机器人或机器人的零部件，除非是：

- A. 列在 R14 中的项，R14-E iii 以外的
- B. 软件开发
- C. 电池可以在指定时间充电

赛事开始时间参考下方：

- 区域赛，地方赛总决赛，FIRST 总决赛：从机器人搬入 Pit 区开始，依据公开的日程表，如果没有公开的日程表，赛事开始于 Pit 区开放前的当天下午 4 点
- 地方赛赛事：当 Pit 区开放

以下是一些 R16 禁止的行为举例：

- a. 在机器人搬入 Pit 区后，再把机器人带回队伍基地进行改造等行为。
- b. 比赛期间，把机器人的零件带回下榻酒店房间进行改造等行为。

注意：E8 和 E20 中还写有对于正参加赛事的机器人及机器人材料还有额外的限制（E 系列规则不在本手册中）

R16 的初衷之一是为了比赛期间的公平。外地队伍正在赶往比赛地的时候，当地队伍有个优势就是能继续在队伍基地里改造机器人直到比赛开始。

9.5 保险杠规则

保险杠是连接到机器人框架的必需组件。保险杠非常重要，因为它们可以保护机器人免受其他机器人或场地设施的损毁或损坏。编写这些规则时使用的标准包括以下内容：

- 减少保险杠的种类,这样的可使团队保持一致性
- 在制作保险杠时减少设计挑战的数量
- 最大限度地降低保险杠材料的成本
- 最大限度地利用相对普遍存在的材料

R17. 机器人被要求用保险杠来保护其外围框架的外部角。为了获得足够的保护，每个外角的每侧必须放置至少 6 英寸 (约 16 厘米) 的保险杠，见图 9-2 (Figure 9-2 BUMPER corner examples)。并且必须延伸到外围框架边缘角的 $\frac{1}{4}$ 英寸 (约 6 毫米)。如果外围框架一侧短于 12 英寸 (约 31 厘米)，则整个侧面必须由保险杠保护，见图 9-3 (Figure 9-3)。圆形或有圆形边缘的外围框架，其圆形边缘的一段被认为具有无限数量的角，因此整个框架或部分圆形边缘必须完全受保险杠保护。

R17 定义的尺寸是沿外围框架测量的。保险杠超出外围框架角落的延伸部分不包括在 6 英寸 (约 16 厘米) 的要求内。如下图 Figure 9-2.

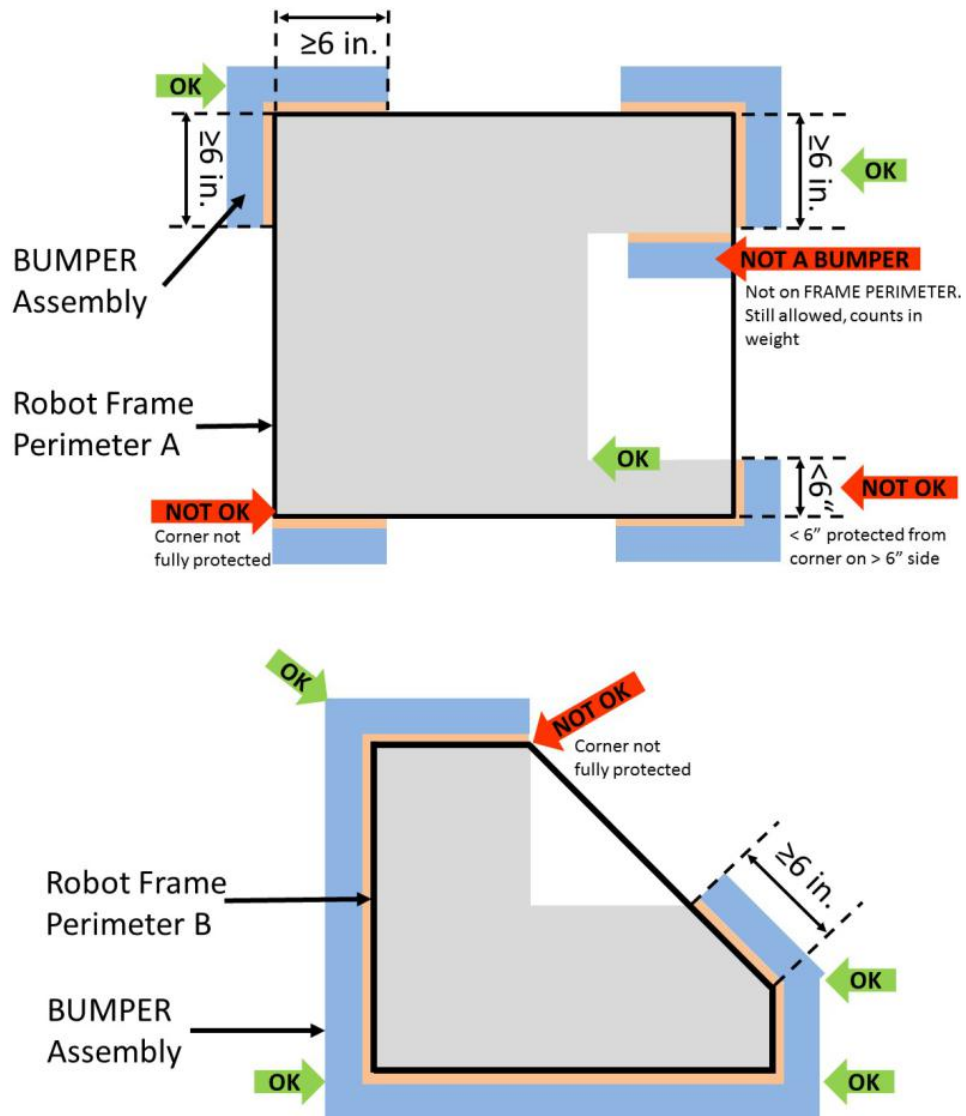


Figure 9-2 BUMPER corner examples

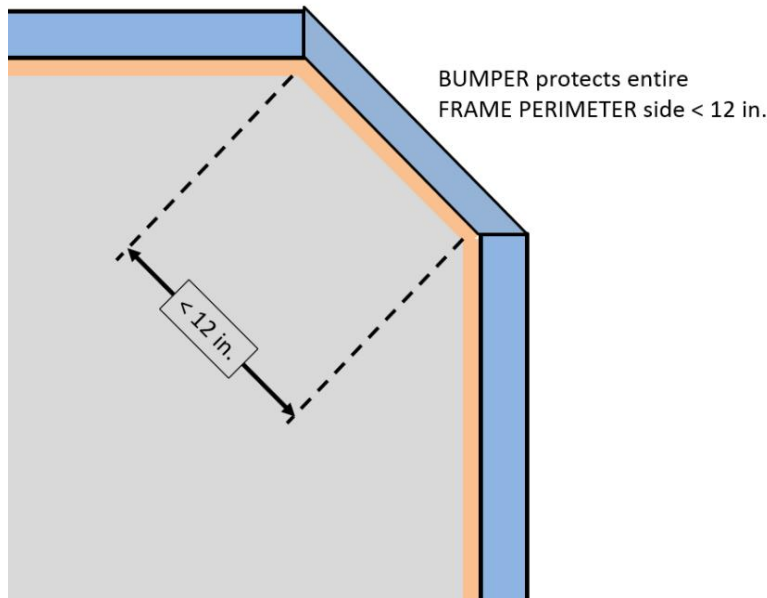


Figure 9-3 BUMPER around full side/corner.

- R18.** 除了符合 G16 外, 保险杠必须完全位于保险杠区域内。保险杠区域是地板与距地板高 7½ 英寸 (约 19 厘米) 的虚拟水平面之间的体积, 参考通常位于地上的机器人。保险杠不必与地板平行。

此测量是对于机器人停留在平地的地板上(不改变机器人的配置)时的状态,而不是相对于从场地地毯到机器人的高度。比如:

案例 1: 在通过场地时机器处于一个角度可能使保险杠在保险杠区域外。如果机器人平移转置到水平平面时保险杠处在保险杠区域内,则满足 R18 的要求。

案例 2: 在停靠区外使用机械装置将保险杠抬升到保险杠区域以外的机器人(以平移转置到水平面时的位置为准), 违反 R18。

- R19.** 保险杠 (相对于外围框架) 不能铰接。
- R20.** 保险杠应该被设计成可以迅速安装移动以方便检查与称重。

原则上, 保险杠应该能够在不到 5 分钟内由 2 名人员安装或移除。

- R21.** 每个机器必须用红色或蓝色的保险杠来展现他们的比赛时分配到的联盟颜色 (如比赛日程部分所述 [MATCH Schedules](#))。保险杠装在机器上时, 标记必须可见, 除以下外其它不可在保险杠上使用:
- A.** R22 所要求的
 - B.** 保险杠硬面上的钩环紧固件或按扣, 和
 - C.** 实心白色 FIRST 标志, 介于 4¾ 英寸 (约 12 厘米) 和 5¼ 英寸 (约 13 厘米) 宽 (参考 [2020 Virtual Kit](#)).

外围框架面对保险杠的那一面因为无法展现，所以不适用于 R21

R22. 队伍编号必须在保险杠上标识,且应使得在机器人周围走动的观察者能从任何角度清晰地知道队伍编号,并符合以下条件:

- A.** 由阿拉伯数字组成, 数字高度至少为 4 英寸 (约 11 厘米) 宽度 $\frac{1}{2}$ 英寸 (约 13 毫米), 颜色为白色或轮廓为白色, 轮廓线最细为 $\frac{1}{16}$ 英寸 (约 2 毫米)

$\frac{1}{2}$ 英寸 (约 13 毫米) 的字体元素, 例如衬线, 圆形边缘, 小细线或间隙等, 只要大部分笔划符合尺寸要求且数字明确即可。

- B.** 一整串编号不能分布于外围框架中小于 160° 角的两边。

- C.** 不得用徽标或图标代替数字

该规则不禁止对于将队号分布在保险杠不同区域, 其真正目的在于使队号能够清晰可见, 使裁判、主持人和其它队伍可以轻松辨识正在比赛的机器人。

这一标记只需显示队伍编号, 而非刻意改变保险杠的表面特征。检录将详细检查用于队号标记的其它附加材料使用。

R23. 每组保险杠, 包括将它们连接到机器人的任何紧固件和/或结构, 总重量不能超过 15 磅 (约 6 公斤)。

如果用到多组件附加物系统 (比如机器人和保险杠上的相扣支架), 那么永久附加在机器人上的物件可以被视作机器的一部分, 保险杠上的也同理。不过每个附加物件必须满足所有相关事宜与规则。

R24. 保险杠必须按照以下要求构造, 见图 9-6 (Figure 9-6) :

- A.** 被 $\frac{3}{4}$ 英寸 (约 19mm) 厚, 5 英寸 $\pm \frac{1}{2}$ 英寸 (约 127 毫米 ± 12.7 毫米) 高的胶合板或固态坚硬的木材支撑。胶合板上允许有小的间隙袋和接入孔, 但不能对缓冲器件的完整性有显著影响。

碎料板和纤维板不容易长久忍耐严峻的 FRC 赛场, 所以不符合 R24-A.

胶合板通常按照实际尺寸 ($2\frac{3}{32}$ ") 标注而非其名义数据 $2\frac{3}{32}$ " , 此类胶合板满足 R24-A.

- B.** 坚硬的保险杠部分要符合 R24-A, -E, -F 和 -G 项且超过外围框架的部分不能超过 1 英寸 (约 25 毫米), 如图 9-4 (Figure 9-4)

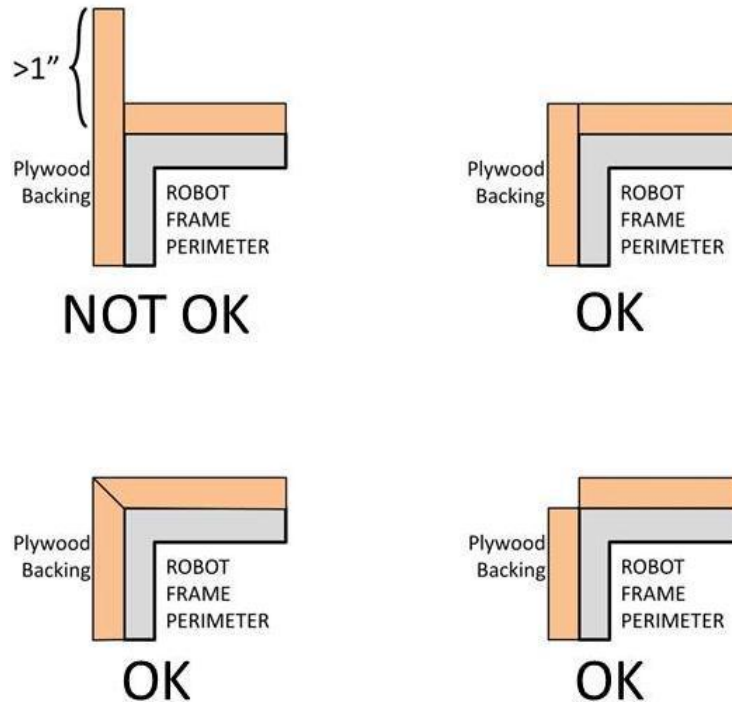


Figure 9-4 Hard Parts of BUMPER Corners

- C. 使用双层叠加后约 2½ 英寸 (约 ~63 毫米), 花瓣形或六边形的面条(Noodle, 俗称海绵条, 游泳条, 空心实心皆可)作为缓冲垫内垫材料见图 9-6 (Figure 9-6)。机器人身上所用的面条不可被修改 (除了截短和斜切) 或变形且必须直径相同, 横截面相同且密度相等 (例如部分圆形且空心或全部六边形且实心) 内垫至多伸出胶合板末 2½ 英寸 (约 63 mm) 见图 9-7 (Figure 9-7)。为了更好地应用遮盖的布, 选手可选用较软的搭扣来连接面条和木支撑条, 只要图 9-6 (Figure 9-6) 中的横截面没有被大幅改动 (例如用胶布压紧面条)。

所有的用于机器上的面条必须是一样的, 使得机器在保险杠冲撞的情况下能保持期望的交互。如果保险杠里的面条有很大不同的构造, 可能会在和其他保险杠接触时引起斜坡效应。

由于试图使保险杠布料变光滑或使周长边界角圆滑而造成的浮挤压不属于变形。其它超出此范围的行为, 如刻意使面条变平的行为, 属于变形并违反 R24-C。

- D. 被粗糙平整的布料遮盖 (允许使用多层布料来满足 R21, Figure 9-6 中的横截面没有被大幅改动)。

丝绸或被褥不被视作坚固的材料, 但 1000D 过胶尼龙是可视作的。和保险杠颜色的一样的胶带可以用临时来为小孔打补丁。

当保险杠安装在机器人上时,布料必须完全遮盖所有木块和面条的外部表面。布料的遮盖物的颜色必须一致。

- E. 可选择使用金属角件, 如图所示 Figure 9-6 或其他紧固件(如钉, 螺钉等)夹住布料。
- F. 可选择使用金属支架(即角件或金属板)将保险杠段相互连接(参见 Figure 9-5).

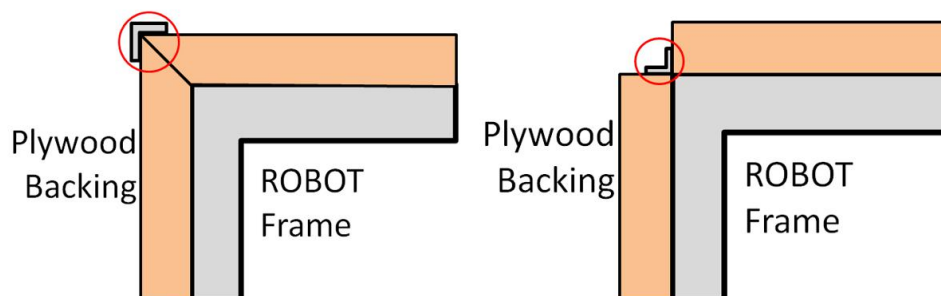


Figure 9-5 Hard Parts of BUMPER Corners

- G. 必须用坚固的紧固系统连接机器周长边界一个在主要结构上的又紧又稳固的连接(例如: 不用钩环, 胶带或绑带) 连接系统的设计必须能承受比赛中剧烈的运动。所有的可移动的紧固件(例如: 螺栓、锁紧销、管销等)将会考虑为保险杠的一部分。

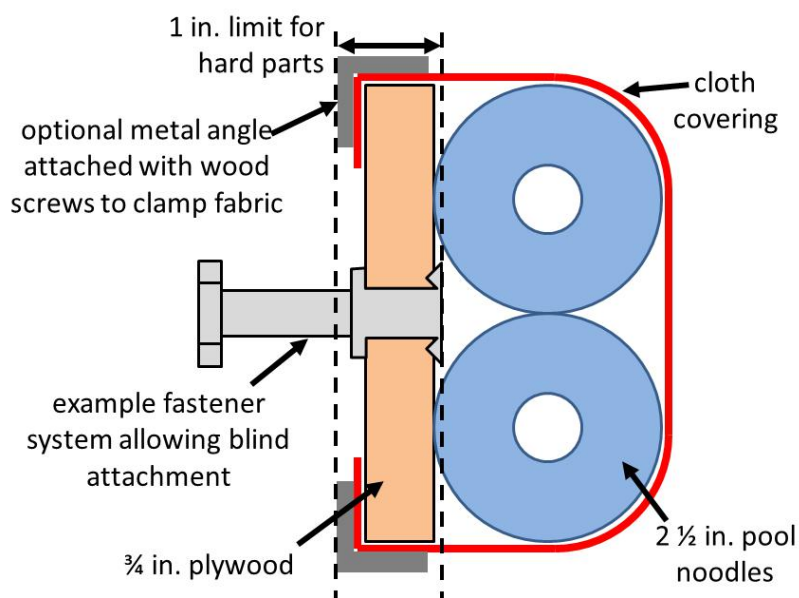


Figure 9-6 BUMPER Vertical Cross Section

R25. 保险杠之间的角落连接处必须填充软面条。如 Figure 9-7.

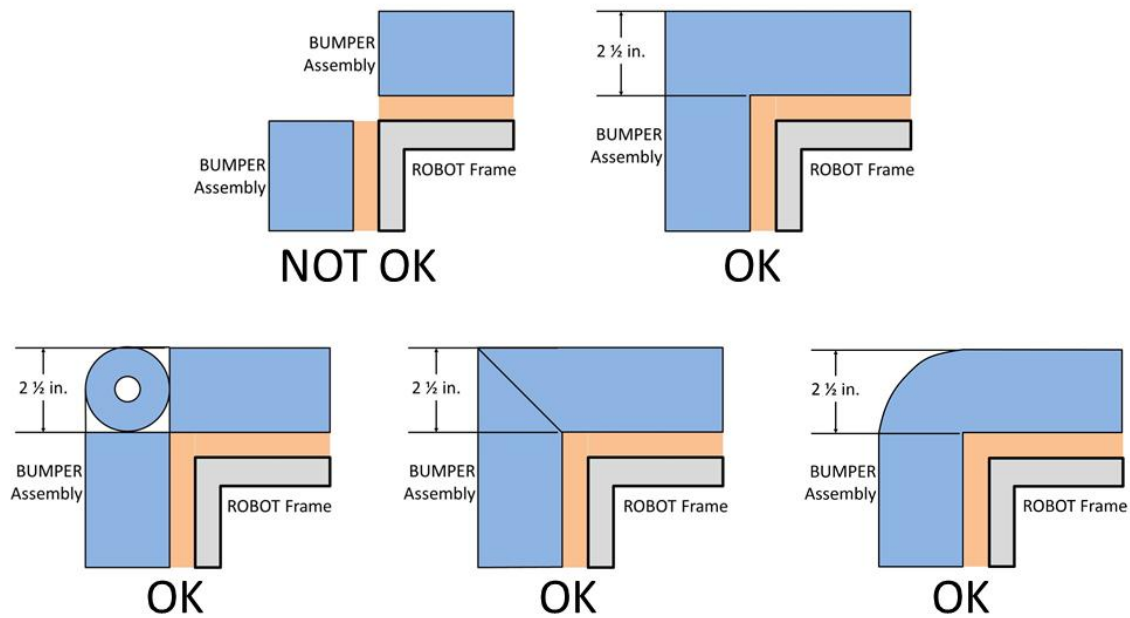


Figure 9-7 Soft Parts of BUMPER Corners

R26. 保险杠必须由机器人的框架结构支撑，见图 9-8 (Figure 9-8). 如何定义支撑，保险杠木制部分两端，每端向内大于 1/2 英寸 (约 13 毫米) 处必须有有外围框架支撑 ($\leq 1/4$ 英寸 间隙, 约 6 毫米). 端部 (Ends) 不包括在 R24-B 允许下的超过外围框架的保险杠的硬质的部分。支撑的定义是最小

- A. 不得大于 1/4 英寸 (约 6 mm) 深，或
- B. 宽度不超过 8 英寸 (约 20 厘米)

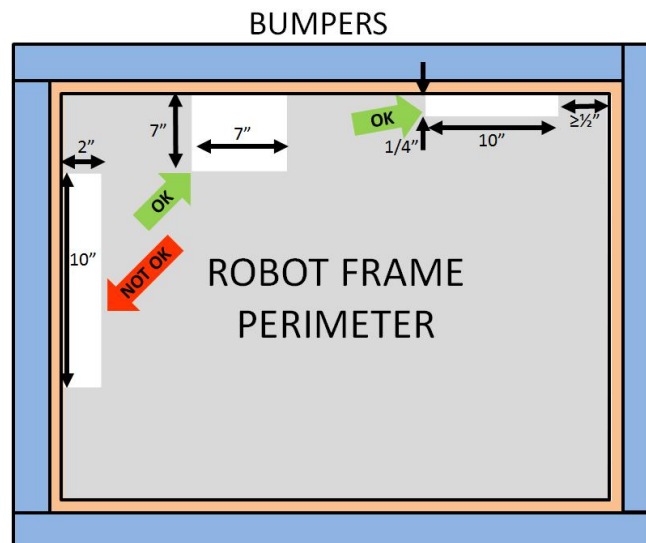


Figure 9-8 BUMPER support examples

本规则的目的是保证保险杠的木料能正确的支撑来减少各种碰撞影响。柔性的机器人元素，比如厚塑料无法达到此目的，不能算是结构框架

9.6 马达和传动装置

R27. 2020 年机器人只允许以下型号的马达和传动装置（任何数量）：

Table 9- 1 Motor allowances

名称	型号	
AndyMark 9015	am-0912	AndyMark 9015
AndyMark NeveRest	am-3104	
AndyMark PG	am-2161 (alt. PN am-2765)	am-2194 (alt. PN am-2766)
AndyMark RedLine Motor	am-3775	am-3775a
AndyMark Snow Blower Motor	am-2235	am-2235a
Banebots	am-3830 M7-RS775-18 RS775WC-8514	M5 – RS550-12 RS550VC-7527 RS550
CIM	FR801-001 M4-R0062-12 AM802-001A 217-2000 PM25R-44F-1005	PM25R-45F-1004 PM25R-45F-1003 PMR25R-45F-1003 PMR25R-44F-1005 am-0255
CTR Electronics/VEX Robotics Falcon 500	217-6515 am-6515	19-708850 am-6515_Short
Current/former KOP Automotive motors	Denso AE235100-0160 Denso 5-163800-RC1 Denso 262100-3030	Denso 262100-3040 Bosch 6 004 RA3 194-06 Johnson Electric JE-PLG-149
Nidec Dynamo BLDC Motor	am-3740	DM3012-1063
Playing with Fusion Venom	BDC-10001	
REV Robotics NEO Brushless	REV-21-1650	
REV Robotics NEO 550	REV-21-1651	
VEX BAG	217-3351	
VEX Mini-CIM	217-3371	
West Coast Products RS775 Pro	217-4347	
电磁阀执行器，额定行程不大于 1 英寸（标称），额定电输入功率不大于 10 瓦（W），12 伏连续工作电压（VDC）		
风扇不能长于 120 毫米，额定电输入功率不大于 10 瓦（W），12 伏连续工作电压（VDC）		
硬盘马达是合法的 COTS 电脑设备		
工厂安装的振动和自动对焦电机驻留在 COTS 计算设备中（例如智能手机中的震动电机）。		
PWM COTS 伺服电机，零售价<75 美元。		
M 与 COTS 传感器（例如激光雷达，扫描声纳等）集成的马达，除非为了便于安装而不被修改		
1 个符合 R79 的空气空压机，用来给机器人的气动系统压缩空气		

对于伺服电机，需注意的是 roboRIO 在 6 伏电压的情况下允许输出的最大电流是 2.2 安培（就是 12.4 瓦 的电力输入）。所以各队要注意保持伺服电机的总用量一直在限定下。

虽然在机器上可以使用多个马达，但在设计和搭建机器时，鼓励各个队伍考虑机器人电池可以输出的总功率（即电机对机器人电池的动力的影响）。同时从过多的马达中同时运转造成的大量电流会导致机器人电池电压的下降，以致于总开关跳闸或是 robotRIO 开启“局部限制暂时用电”保护。关于 robotRIO 的局部限制暂时用电保护器，以及测量使用 PDP 的电流的更多信息，详情请见 [roboRIO Brownout and Understanding Current Draw](#).

AndyMark 的 PG 齿轮箱马达销售的时候是马达带齿轮箱一起销售的，am-3651 和 am-3656 的商品包含了上表所提到的合法马达型号，这些马达在使用的时候可以装备或不装备随马达一起购入的齿轮箱

R28. 不得修改任何马达的整体机械和电气系统。机器人上使用的马达，伺服电机和电磁阀不得以任何方式进行修改，但以下情况除外：

- A.** 可以修改安装支架和/或输出轴/接口，以便于电机与机器人和致动部件的物理连接。
- B.** 如果需要的话可以加长电线，但必须使用电线连接器。
- C.** 可以去除车窗马达 (P/N: 262100-3030 and 262100-3040) 上的防松栓。
- D.** 列于表 9-1 的 KOP Automotive Motors 上的连接器外壳可以修改以促进引线连接。
- E.** 伺服电机可以按照制造商的规定进行修改（例如重新编程或修改成不间断旋转）。
- F.** Nidec Dynamo BLDC 马达接线方式可按照以下文件进行修改 ["Nidec Dynamo BLDC Motor with Controller" article](#).
- G.** 贴上小标签来指示设备用途，连接性和功能性能

这些规则允许每队修改安装零部件，而不是通过改变电机的构造来减少机器的总重量。任何电机的机械结构和电路不可以被修改。

R29. 除了伺服电机，风扇或在 R27 中被允许的构成 COTS 计算设备的马达，每个传动装置都必须由动力调节设备所控制。允许在机器人上使用的动力调节设备只包括：

- A.** 马达控制器（Motor Controllers）
 - i. DMC 60/DMC 60c Motor Controller (P/N: 410-334-1, 410-334-2)
 - ii. Jaguar Motor Controller (P/N: MDL-BDC, MDL-BDC24, and 217-3367) connected to PWM only
 - iii. Nidec Dynamo BLDC Motor with Controller to control integral actuator only (P/N 840205-000, am-3740)
 - iv. SD540 Motor Controller (P/N: SD540x1, SD540x2, SD540x4, SD540Bx1, SD540Bx2, SD540Bx4, SD540C)
 - v. Spark Motor Controller (P/N: REV-11-1200)
 - vi. Spark MAX Motor Controller (P/N: REV-11-2158)
 - vii. Talon FX Motor Controller (P/N: 217-6515, 19-708850, am-6515, am-6515_Short) for controlling integral Falcon 500 only.
 - viii. Talon Motor Controller (P/N: CTRE_Talon, CTRE_Talon_SR, and am-2195)
 - ix. Talon SRX Motor Controller (P/N: 217-8080, am-2854, 14-838288)
 - x. Venom Motor with Controller (P/N: BDC-10001) for controlling integral motor only
 - xi. Victor 884 Motor Controller (P/N: VICTOR-884-12/12)
 - xii. Victor 888 Motor Controller (P/N: 217-2769)
 - xiii. Victor SP Motor Controller (P/N: 217-9090, am-2855, 14-868380)

xiv. Victor SPX Motor Controller (P/N: 217-9191, 17-868388, am-3748)

B. 继电器模块 (Relay Modules)

- i. Spike H-Bridge Relay (P/N: 217-0220 and SPIKE-RELAY-H)
- ii. Automation Direct Relay (P/N: AD-SSR6M12-DC-200D, AD-SSRM6M25-DC-200D, AD-SSR6M45-DC-200D)

C. 气动控制器 (Pneumatics controllers)

- i. Pneumatics Control Module (P/N: am-2858, 217-4243)

注意：自动化直接继电器是单向的。根据 R30 它们不可被连接在一起以试图提供双向控制。

R30. 每个功率调节装置可以控制一个表 9-2 (Table 9-2) 中的马达的电力负载。除非另有说明，每一个功率调节装置应控制一个且仅有一个电路负载。

Table 9-2 Power regulating device allotments

电力负载	马达控制器	继电器模块	气动控制器
AndyMark RedLine Motor Banebots CIM REV Robotics NEO Brushless REV Robotics NEO 550 VEX Mini-CIM WCP RS775 Pro	可	不可	不可
AndyMark 9015 VEXpro BAG	可 (最多控制 2 个)	不可	不可
AndyMark PG KOP Automotive Motors NeverRest Snow Blower Motor	可 (最多控制 2 个)	可	不可
CTR Electronics/VEX Falcon 500 Nidec Dynamo BLDC Motor w/ Controller Playing With Fusion Venom	可 (仅限集成 控制器)	不可	不可
Compressor	不可	可	可
Pneumatic Solenoid Valves	不可	可 ¹	可 (每条通道 1 个)
Electric Solenoids	可 ¹	可 ¹	可 (每条通道 1 个)
CUSTOM CIRCUITS ²	可 ¹	可 ¹	可 (每条通道 1 个)

¹ 多个低负载器件、气动电磁阀、动螺线管或定制电路可被连接到一个继电器模块。这将允许一个中继模块驱动多个气动动作或多个定制电路。没有其他的电路负载可以被连接到以这种方式使用的中继模块。

² CUSTOM CIRCUIT 定制电路是机器人上装有的任何除马达、气阀、roboRIO、PDP、PCM、VRM、RSL、120 安培断路器、马达控制器、终续模块、无线桥接器、电池以外的电子器件。

R31. 伺服电动机必须连接到以下之一：

- A.** roboRIO 上的 PWM 端口
- B.** WCP Spartan 传感器板上的 PWM 端口（P / N: WCP-0045）
- C.** REV 机器人伺服电源模块（P / N: REV-11-1144）

9.7 电力分配

为了保证安全，本节中的规则在赛事期间始终适用，而不仅仅适用于场地上参加比赛的机器人。

R32. 作为在比赛期间唯一官方认可的机器人动力来源，机器人的电池必须是符合下列所述规格的密封铅酸蓄电池：

- A.** Nominal voltage: 12V 额定电压 12 伏
- B.** 额定容量下在 20 小时后的放电率：最小 17 安培小时，最大 18.2 安培小时
- C.** 形状：矩形
- D.** 标称尺寸 7.1 英寸 x 3 英寸 x 6.6 英寸，每个尺寸误差 +/- .1 英寸（约 180 毫米 x 76 毫米 x 168 毫米，每个尺寸误差 +/- 2.5 毫米）
- E.** 标称重量：11 磅到 14.5 磅（~5 公斤至 6.5 公斤。）
- F.** 终端：螺母与螺栓

符合这些标准的电池示例包括：

- a. Energys (P/N: NP18-12, NP18-12B, NP18-12BFR)
- b. MK Battery (P/N: ES17-12)
- c. Battery Mart (P/N: SLA-12V18)
- d. Sigma (P/N: SP12-18)
- e. Universal Battery (P/N: UB12180)
- f. Power Patrol (P/N: SLA1116)
- g. Werker Battery (P/N: WKA12-18NB)
- h. Power Sonic (P/N: PS-12180NB)
- i. Yuasa (P/N: NP18-12B)
- j. Panasonic (P/N: LC-RD-1217)
- k. Interstate Batteries (P/N: BSL1116)
- l. Duracell Ultra Battery (P/N: DURA12-18NB)

队伍应知道可能会要求他们提供上面未列出的任何电池规格的文件。

电池应按照制造商的规格进行充电。（请参阅 [FIRST Safety Manual](#) 了解更多信息。）

R33. 最大承载量小于等于 100 瓦小时（电压为 5 伏 时电流为 20000 毫安）以及每个终端最大输出量为 2.5 安培 的电池组，或者用于每个 COTS 的部分或者内置摄像机的整体电池（比如手提电脑的电池、GoPro 系列的相机）可以用来给 COTS 的计算装置以及外围的被以如下方式连接到 COTS 的输入输出装置供电：

- A. 牢固地固定在机器人上
- B. 仅使用未经修改的 COTS 电缆连接
- C. 根据制造商的建议充电

R34. 所有用于机器人电池的电池充电器必须安装符合要求的 Anderson SB 连接器

R35. 所有用于机器人电池的电池充电器输出不能高于 6 安培。

R36. 除了 R39 和 R40 提到的电池,其他的电池,无论在不在供电,都不可以被用在机器人身上。

这意味着队伍不可使用额外的电池作为机器人的额外重量。

R37. 队伍应当保证电池在机器人倒着放,或者是在特殊位置的时候都不能被取出。

R38. 在机器人电池,总开关,和连接口的地方(如:接线头,电线末端),应保证电线所有部位都被绝缘。

R39. 机器人所用的非电子能源(如:在比赛开始之前所储存的物品)只能从以下地方获取:

- A. 符合 R79 和 R80 所规定填充在气动系统中的压缩空气
- B. 机器人重心高度的变化
- C. 通过机器人零件的变形实现存储能量
- D. 闭合回路的 COTS 气动减震器
- E. 充气轮胎

R40. 1 块机器人电池, 1 副 Anderson Power Products 两级 SB 型连接头, 1 个 120 安培总开关(Cooper Bussman P/N: CB185-120, CB185F-120, CB285-120), 1 个 CTR Electronics 配电板(PDP, P/N: am-2856, 217-4244, 14-806880), 这些设备相互间的线路连接需要使用 6AWG (7SWG 或 16 “平方”) 铜质导线或更粗的线, 线路内无额外设备, 也不许改造上述设备。见图 9-9 (Figure 9-9)

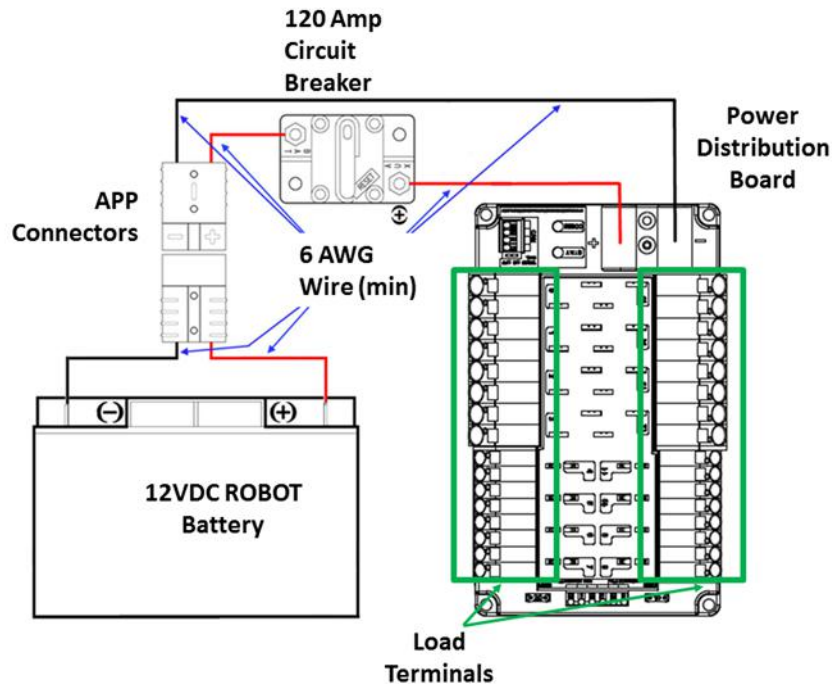


Figure 9-9 Electrical connection diagram

“SB 型”指的是 SB 型号（如：SB-50, SB-120 等），而不是 SBS 或者是其他以 SB 开头的产品。所有 FIRST 提供的电池（如 Spare Parts 和国际电池）都是不可拆卸的红色或是粉色的 SB50 连接器提供。

粉色的连接器，包含于 2020 KOP 中，与红色的 SB50 连接器是相配的。

R41. 除了符合 R46 与 R48 的规定外的电路,其他的电路都必须连接到 CTR 配电板上 12 伏直流的 WAGO 连接器(如图 9-9 中所示 Load Terminals)而非用 M6 螺丝。

R42. 所有的接线以及电子设备,包括所有的控制系统中的组件,都必须被绝缘,不接触到在机器人的主体框架。机器人的主体框架不能被通电。

我们会通过一个 $>3k\Omega$ 电阻来检验观察 R42 我们会将其置于连接到 PDP 的 APP 与机器人上任意一点,观察其反应。

所有马达控制器的盒子是绝缘的。它们可以直接装在机器人框架上。

注意有些摄像头,装饰灯和传感器（比如一些编码器,IR 传感器等）有接地外壳或由导电塑料制造,这些设备必须与机器人金属框架绝缘以满足 R42。

R43. 电路开关应该放置于机器人外部易于触及的地方。一台机器人上只允许安装一个 120 安培断路器。

不能被认为是可以“快速并安全”操作电路断路器的例子包括：电路断路器被一个开关板或门遮住，或被紧挨着安装在可以活动的基础部件上或下面。

我们强烈建议将 120 安培的电路断路器的放置位置清楚并显眼地标记出来，这样场地工作人员就可以在比赛过程中轻易地找到它。

- R44.** 在机检过程中 PDP 和其他电路开关必须置于显眼位置。
- R45.** 任何通电的电子元件,除了 R27 中特殊标明的传动装置和 R66 中标明的核心操控装置外,都被认为是定制电路。定制电路 (CUSTOM CIRCUIT) 不能超过额定电压 24 伏。
- R46.** roboRIO 的输入端口必须连接至 PDP 上特定的供电终端(如图 9-10 (Figure 9-10) 这些终端不得链接其他用电器。

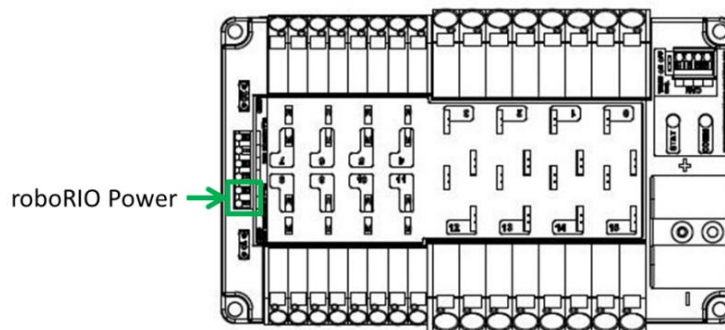


Figure 9-10 roboRIO power source

- R47.** 无线网桥（路由器）功率必须由一个 12 伏 2 安培 的跨路电子电压调节模块(VRM)(P / N: am-2857,217- 4245)直接供给电流,并必须是唯一连接到终端的负载。

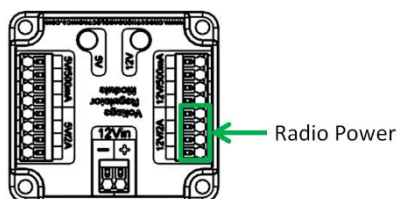


Figure 9-11 Radio power source

注意,这是一种不同于 2015 年使用的无线电的接线方式。但是与 2016-2018 的电线一样。当将一个 2015VRM 和一个 OM5P-AN 或 OM5P-AC 无线通信器一起用时,无线通信设备应用如上方法连接,而不是连到标着“无线通信设备”的终端。

注意,禁止使用任何给无线电通信设备供电的 POE 电源充电器,但比赛并不禁止（用无源导体导入 VRM 电源到）以太网的电缆插入端口“18-24VPOE”。

- R48.** VRM（电压调节模块）按照 R47 给无线桥接模式的路由器供电的时候，必须连接在 PDP 上指定端口，不能通过两边的 WAGO 连接口来通电（见图 9-12）。

指定的端口还可以连接 CTR 的 PCM(气动控制模块), 除此以外不能连接任何其他电气设备。

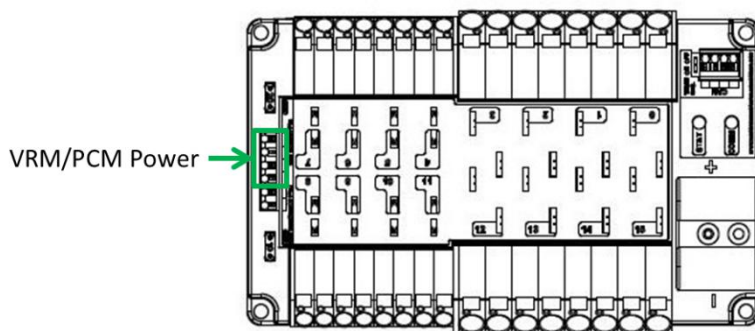


Figure 9- 12 VRM and PCM power source

请参考“怎样给 FRC 机器人连线” [How to Wire an FRC Robot](#) 获得无线路由的连接方式

R49. 只有一根线可以连接到一个 WAGO 连接器上的 PDP

如果需要电路的电源多点分布(例如从一个 20 电路中给多个 PCM 或 VPM 提供动力),那么所有进线可以适当拼接到主线(如使用绝缘端子,压接接头或焊接导线接头),或将单引线插入 WAGO 连接器电源电路。

R50. 允许在 PDP 中使用的唯一断路器(保险丝)是:

- A.** Snap Action VB3-A 系列, 终端类型 F57
- B.** Snap Action MX5-A or MX5-L 系列, 40A 或更低安培

R51. PDP 中的保险丝只能更换为功能相同的保险丝(与印有 PDP 值的迷你汽车刀片保险丝相匹配)

注意保险丝必须很扎实的插在 PDP 上, 没插紧的话会导致连接的电子部件会受影响经常重启

R52. 每个电路支路必须受到与一个且仅有一个 PDP 相连的断路器保护。详情请见表 9-3 (Table 9-3)。
其他的电路都不可以连接到断路器上

Table 9- 3 Branch circuit protection requirements

分支电路	断路器值	每个断路器所允许连接数量
马达控制器	最大 40A	1
定制电路	最大 40A	1
Automation Direct 继电器 40A (*6M40*)	最大 40A	1
表 9-1 (Table 9-1) 所允许的风扇, 以及还未作为 COTS 零件的电脑设备	最大 20A	无数量限制
Spike 继电器模块	最大 20A	1

Automation Direct 继电器 25A (*6M25*)	最大 20A	1
PCM – 带空压机	20A	1
额外的 VRM（未接无线路由）/额外的 PCM（未接空压机）	20A	3 total
Automation Direct 继电器 12A (*6M12*)	最大 10A	1

R52 禁止在 PDP 上使用更小的断路器，或者使用带定制线路的断路器，以获得更多防护

R53. 所有电路均须以适当规格的绝缘铜线连接（信号线不一定要是铜的）：

Table 9-4 Breaker and Wire Sizing

应用场合	线径的最小尺寸
31 - 40 安培保护电路	12 AWG (13 SWG or 4 "平方")
21 - 30 安培保护电路	14 AWG (16 SWG or 2.5 "平方")
6 - 20 安培保护电路 PDP 与 VRM 的连接 PCM 和空气压缩机输出端之间	18 AWG (19 SWG or 1 "平方")
PDP 和 roboRIO 的连接 ≤5 安培保护电路	22 AWG (22 SWG or 0.5 "平方")
VRM 2 安培 电路	24 AWG (24 SWG or .25"平方")
roboRIO PWM 端口输出	26 AWG (27 SWG or 0.14 "平方")
信号级别电路 (即电路的持续电流≤1 安培, 且供电不>1 安培, 包含且不限于 roboRIO, 非 PWM 输出, CAN 信号, PCM 电磁阀输出, VRM 500 毫安输出和 Arduino 输出)	28 AWG (29 SWG or .08 "平方")

设备生产者建议的、或是合法设备原配的电线都被视为设备的一部分，且被默认为合格品。这是 R53 的特例。

为了便于目视即可看出符合规定，队伍应该尽量使用表皮绝缘层上有明确标识电线线径尺寸的电线。如果使用了没有任何标识的线路，队伍应该准备好出示该电线符合 R53 的材料（比如电线样品和证明其尺寸的证据）

R54. 分支电路可以包含中间元件如 COTS 连接件，接合件，COTS 滑动开关和 COTS 滑环（只要整个电路使用的是标准电路元素）。

带水银的滑环因为 R8 而禁止使用。

R55. 所有非信号层面的接线（除继电器、马达控制器或感应器的输出）并且具有恒定的极性的,应该在建造时全部用颜色编码，如下所示

- A. 正向连接标记红，黄，白色，棕或黑色条纹（例如+ 24VDC，+ 12VDC，+5VDC 等）
- B. 在负向连接或普通连接标记黑色或蓝色

以下线路作为例外不适用本规则：

- C. 电线出场时就依附在合法设备上，而且颜色相同。
- D. POE 设备中的以太网线

R56. 定制电路（CUSTOM CIRCUIT）不能直接改变连通机器人电源，PDP，马达控制器，继电器（R29-B），马达和传动装置（R27），气动电磁阀，或其他是机器人控制系统元素之间的电路（即 R66 中所提到的）。如果其并没有对机器人的输出有较大影响，自定义的高阻抗电压检测或低阻抗电压检测连接到机器人的电路系统是可以接受的。

注：一个噪声滤波器可以被连入电路，并与电机铅片或 PWM 铅片相连。这样的噪声滤波器将被视为定制电路并且不会触犯 R56 or R73.

可接受的信号滤波器必须完全绝缘，并且必须是以下之一：

- 1 微法（1 μ F）及以下，非极化的电容可以被用在机器人的任何电机铅片上。（在合理的范围内应与真正的电机铅片尽可能的近。）
- 电阻可以提供伺服系统的 PWM 控制信号用作并联负荷。

9.8 控制，命令和信号系统

R57. 机器人必须由 1 个可编程的 National Instruments roboRIO (P/N: am3000)来控制（roboRIO 俗称主控板，NI 公司生产），roboRIO 固件版本为 FRC_roboRIO_2020_v10 or later.

没有任何规定禁止使用协处理器。前提是所有的功率调节装置由 roboRIO 发出的指令进行配置、激活并指定所有的活动端口。这也包括了合法连接在 CAN 总线上的马达控制器。

R58. 一个 OpenMesh 无线桥接路由器 (P/N: OM5P-AN or OM5P-AC)在赛事期间配置了队号专属的密码后，就成为了比赛时该队唯一可以使用的机器人通讯用路由器。

R59. roboRIO 以太网口必须连接到无线桥接路由器的标识“18-24vPOE”的端口，此端口是离电源线最近的那个端口（无论直接，或通过交换机，或使用 CAT5 以太网线的猪尾分叉线）

注：在 roboRIO 和路由器之间放置一个交换机可能会妨碍场地人员对比赛场地上的 roboRIO 连接问题进行故障排除。作为故障排除工作的一部分，可能会要求队伍尝试直接从路由器连接到 roboRIO。

R60. 机器人和操控设备之间的通信限制如下：

- A. 网络端口：
 - i. HTTP 80：摄像机通过机器人上的开关双向连接
 - ii. HTTP 443：摄像机通过机器人上的开关双向连接
 - iii. UDP / TCP 554：用于 h.264 摄像机流的双向实时流媒体协议
 - iv. UDP 1130：Dashboard-to-机器人控制数据，单向

- v. UDP 1140: 机器人到仪表板状态数据, 单向
- vi. UDP / TCP 1180-1190: 当摄像机通过 USB 双向连接 roboRIO 时, 从 roboRIO 到驱动站的摄像机数据。
- vii. TCP / UDP 1250: CTRE 诊断服务器, 双向
- viii. TCP 1735: SmartDashboard, 双向
- ix. UDP / TCP 5800-5810: 队伍使用, 双向

如果他们不按上述方式使用这些端口, 队伍可以按照自己的意愿使用这些端口 (例如, 如果队伍选择不在 USB 上使用摄像头, 则可以使用 TCP1180 在机器人和 DS 之间来回传递数据)。

B. 带宽: 不超过 4 Mbits /秒。

请注意, 无线桥接路由器将严格执行 4 Mbit 限制。

FMS 白皮书 [FMS Whitepaper](#) 详述了有关如何检查和优化带宽使用的更多详细信息。

虽然 FIRST 尽一切努力提供无线环境, 允许队伍访问完整的 4 Mbits /秒数据速率 (大约 100Kbit 用于机器人控制和状态), 但在某些情况下, 无线条件可能无法满足这一要求。

R61. roboRIO, DRIVER Station 软件, 无线桥接路由器必须配置成正确且相同的队号, 配置过程参考“2020 控制系统入门页面” [Getting Started with the 2020 Control System](#).

R62. 所有信号必须来自操控设备, 并通过场地以太网网络传输到机器人。

R63. 不得使用任何形式的无线通信与机器人进行通信。除了 R58 and R62 所要求的设备。

在可见光谱中使用信号的设备 (例如相机) 和非 RF 传感器不接收人为命令 (例如用于检测比赛场地元件的机器人上的“光束中断”传感器或红外传感器) 不是无线通信设备, 因此 R63 不适用

R64. 在安装无线桥接路由器时, 所安装的位置需要让赛场上的工作人员清晰地看到路由器的状态指示灯。

鼓励队伍将无线桥接路由器安装在远离噪声发生设备 (如电机, PCM 和 VRM) 的位置。

R65. 机器人必须使用至少 1 个但不超过 2 个可诊断机器人信号灯 (RSL) (P/N: 855PBB12ME522)

任何 RSL 必须是

- A.** 安装在机器人上, 观察者必须可以在 3 英尺 (约 100 厘米) 外清晰地看见信号灯指示
- B.** 连接到 roboRIO 上的“RSL”接口,
- C.** 给信号灯连接电线时, 请按照图 9-13 用跳线短接“La”以及“Lb”

细节请参阅 [How to Wire an FRC Robot](#)

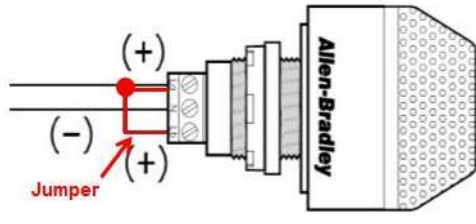


Figure 9- 13 RSL jumper wiring

R66. Driver Station 软件, roboRIO, 配电板, 气动控制模块, 电压调节模块, RSL (机器人信号灯), 120A 断路器, 马达控制器, 继电器模块 (根据 R29-B), 无线桥接路由器和电池不得被篡改, 修改或以任何方式调整 (篡改包括钻孔, 切割, 加工, 重新布线, 拆卸, 涂漆等), 以下情况例外:

请注意, Driver Station 应用程序可以和 Dashboard 应用程序分开执行。Driver Station 软件不可修改, 但队伍可以更具需求自定义其 Dashboard 代码。

- A. 可以定制 roboRIO 中的用户可编程代码。
- B. 马达控制器可按照用户手册中的描述进行校准。
- C. 风扇可以连接到马达控制器, 并由电源输入端供电。
- D. 如果为空压机供电, Spike H-Bridge 继电器上的保险丝可以用 20 安培 Snap-Action 断路器替代。
- E. 电线, 电缆和信号线可通过设备上提供的标准连接点连接。
- F. 可以使用紧固件 (包括粘合剂) 将设备连接到玩家控制台或机器人或将电缆固定到设备上。
- G. 导热材料可用于改善热传导。
- H. 标签可用于指示设备目的, 连接性, 功能性能等。
- I. 跳线可能会从其默认位置更改。
- J. 限位开关跳线可以从 Jaguar 马达控制器上移除, 并且自定义限位开关电路可以被替换。
- K. 设备固件可以用制造商提供的固件更新。
- L. 马达控制器上的整体电线可能会被切割, 剥离和/或连接。
- M. 设备可能会被修理, 只要修理后设备的性能和规格与修理前相同。
- N. 可以移除 Talon SRX 数据接口上的盖子。
- O. 对于无线桥接路由器内部的铝片可以使用绝缘胶
- P. 可以省略 PDP 的输入端子盖 (不得使用螺纹孔安装其他元件来代替 PDP 端子盖)

请注意, 虽然允许维修, 但修理的补贴与任何制造商的保修无关。团队自行承担修理风险, 并应承担任何保修或 RMA 选项被没收。请注意, 诊断和修复像这样的基础部件会很困难。

有关修改 “O 项” 的更多信息, 请参阅此文章 [this article](#).

R67. 12 伏直流电源或继电器模块或马达控制器输出都不应直接连接到 roboRIO（指定的 12 伏直流输入除外）

R68. 每个继电器模块（根据 R29-B），伺服控制器和 PWM 马达控制器应连接到 roboRIO 上的相应端口（继电器到继电器端口，伺服控制器和 PWM 控制器到 PWM 端口）（直接或通过 WCP Spartan 传感器板）或通过合法的 MXP 连接（R69）。它们不应受来自任何其他来源的信号控制，但 Nidec Dynamo 马达控制器除外，该控制器也必须连接到 roboRIO 数据 I/O 接口上。

R69. 如果通过 MXP 控制马达，则必须通过以下方法之一连接其电源调节装置：

- A.** 直接连接到任何 PWM 引脚
- B.** 通过用于扩展 PWM 引脚的无源导体（PASSIVE CONDUCTORS）网络，或
- C.** 可用的主动设备（ACTIVE DEVICE）型号：
 - i. Kauai Labs navX MXP
 - ii. RCAL MXP Daughterboard
 - iii. REV Robotics RIOduino
 - iv. REV Robotics Digit Board
 - v. West Coast Products Spartan Sensor Board
 - vi. Huskie Robotics HUSKIE 2.0 Board

无源导体（PASSIVE CONDUCTOR）是任何设备或电路，其能力被限制在传导和/或施加于其上的电能（例如电线接头，连接器，印刷电路板等）的静态调节。

一个主动设备（ACTIVE DEVICE）是能够通过施加外部电刺激来动态地控制和/或转换电能源的任何设备。

“无源导体网络”仅适用于 PWM 输出用于马达或伺服电机的引脚。这意味着将一个主动设备（如传感器）连接到一个 MXP 引脚不能防止其他 MXP 引脚按照 R69-B 使用。

R70. 每个 CAN 马达控制器必须使用来自 roboRIO 的信号输入进行控制，并通过 PWM（有线连接）（R68）或 CAN 总线（通过另一个 CAN 总线设备直接或菊花链接）传输信号，但两者不应同时连接在同一设备上。

只要 CAN 总线连接正确，能保证与 roboRIO 连接正常，就可以使用 CAN 马达控制器的所有闭环控制功能。（也就是说，来自 roboRIO 的配置，启用和指定所有 CAN 马达控制器闭环模式的工作点的命令都符合 R57）。

R71. 每个 PCM 必须由来自 roboRIO 的信号输入控制，并通过 roboRIO 的 CAN 总线连接（直接或通过另一个 CAN 总线设备以菊花链方式）传递。

R72. PDP CAN 接口必须和 roboRIO 上的 CAN 总线接口相连（直接或通过另一个 CAN 总线设备以菊花链形式连接）。

有关如何连接 PDP 的 CAN 总线的文档，请参阅 [How to Wire an FRC Robot](#)。

R73. CAN 总线必须连接到 roboRIO CAN 接口

- A. 其他开关，传感器模块，定制线路，第三方模块等也可以放在 CAN 总线上。
- B. 不允许任何干扰，改变或阻止 roboRIO 与总线上的 PDP，PCM 和/或 CAN 马达控制器之间通信的设备。

每个 Weidmuller CAN 连接器端子只能插入一根电线。有关如何连接 roboRIO，PCM，PDP 和 CAN 马达控制器的 CAN 总线连接的文档，请参阅 [How to Wire an FRC Robot](#).

9.9 气动系统

为了保证安全，本节中的规则在赛事期间始终适用，而不仅仅是适用在场地上参加比赛的机器人。

R74. 为了满足与安全性，一致性，检查和建设创新性相关的多种限制，除了在此 ([this](#)) 章节明确允许的部件之外，任何其它气动部件都不可以在机器人上使用。

R75. 所有气动部件必须是 COTS 气动装置，并且

- A. 由制造商标称的压力至少为 125psi (~862 kPa)，或
- B. 安装在主减压阀的下游（见 R82），额定压力至少 70psi (~483 kPa)

任何压力规格如“工作”，“运行”，“最大值”等应该满足 R75 的要求
推荐所有制造商标称工作压力调为至少为 60psi(414kPa)的气动部件。

R76. 所有气动元件必须以原始的，未改变的状态使用。例外情况如下

- A. 管道可以被切断，
- B. 气动装置的接线可以修改为与控制系统连接，
- C. 使用预先存在的螺纹，安装支架，快速连接配件等组装和连接气动元件，
- D. 如果气缸本身没有改装，则从气缸上拆下安装销，
- E. 标签用于指示设备用途，连接性，功能性能等。

例如，不要对气动基础部件的任何部件进行涂漆，锉，机械或磨蚀性去除 - 这会导致部件成为违禁物品。请考虑气动基础部件的安全。

R77. 机器人所能允许的气动系统物品包含以下项目：

- A. 气动压力排气塞的功能与 KOP 中提供的相同，

建议使用 Parker 阀门 PV609-2 或 MV709-2。

- B.** 泄压阀在功能上与 KOP 中提供的相当，

建议使用 Norgren 16-004-011, 16-004-003 或 McMaster-Carr 48435K714。

要被视为功能相当，阀门必须预设或可调节至 125 psi (~862 kPa) 并且能够释放至少 1scfm (~472 cm³/s)。

- C.** 电磁阀附带最大直径 1/8 英寸 (约 3 毫米) 的 NPT, BSPP 或 BSPT 接口或集成快速连接外径 1/4 英寸 (约 6 毫米) 气管接头
- D.** 附加气动管，外径最大 1/4 英寸
- E.** 压力传感器，压力表，被动流量控制阀（特别是“针阀”），歧管和连接配件（包括 COTS 气动 U 型管）
- F.** 满足 R86-A 的止回阀
- G.** 关闭时减少下游压力的断流阀（也称为三通排气阀）
- H.** 压力调节器，最大出口压力调节至不超过 60 psi (~413 kPa)，
- I.** 推杆，气动线性推动器，悬摆式执行器
- J.** 储气罐（White Clippard 储气罐 P / N: AVT-PP-41 除外），
- K.** 符合 R79 的 1 台空压机，和
- L.** 碎片或聚结（水）过滤器
- M.** 文丘里阀（高压侧的文丘里阀被视为气动装置，必须遵守气动规则。文丘里阀的真空侧因属于下方蓝框中的 **a** 项不受气动规则约束。

以下设备不被视为气动设备，不受气动规则的约束（尽管它们必须满足所有其他规则）：

- a.** 制造真空的设备
- b.** 闭环 COTS 充气减震器
- c.** 充气轮胎
- d.** 不作为气动系统一部分的气动设备（即使用时不容纳压缩空气的方式）

- R78.** 如果使用气动元件，则需要以下项目作为气动回路的一部分，并且必须按照本节的规定使用，如图 9-14 (Figure 9- 14)

- A.** 符合 FRC 标准的空压机 (R79)
- B.** 通过合法的刚性配件（如黄铜，尼龙等）连接的泄压阀 (R77-B)
- C.** Nason 压力开关，P/N SM-2B-115R/443
- D.** 至少一个压力排气塞
- E.** 储存气压表（主调节器上游，必须显示 psi 或 kPa）
- F.** 工作气压表（主调节器下游，必须显示 psi 或 kPa）
- G.** 工作气压调节器

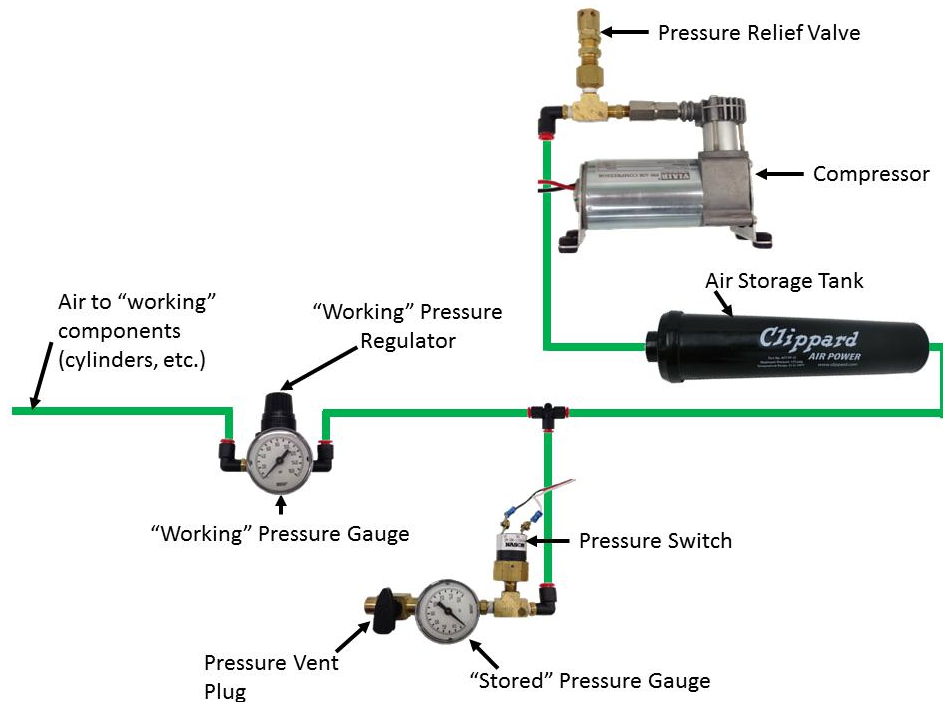


Figure 9- 14 Pneumatic circuitry

- R79.** 在整个赛事中，机器人上的压缩空气必须由仅一个台式空压机提供。空压机规格不得超过标称 1.10cfm (~519 cm³ / s) 流速@ 12VDC。

机器人空压机可以用另一台空压机代替，但机器人一次只能有一台指定的空压机提供压缩空气，而机器人上的所有压缩空气必须来自同一台空压机。

注意：Viair C 系列空压机，最高工作压力为 120 帕，超过 125 帕后会断断续续供气，因此满足 R75

- R80.** 机器人上存储的空气压力不得大于 120 psi (~827 kPa)。用于机器人的存储气压不得位于机器人的外部。
- R81.** 机器人上的工作气压（用于驱动设备的气压）必须不大于 60 psi (~413 kPa)，并且必须通过一个主要的可调节，释放气压调节器提供。

符合规则的有：Norgren 调节器 P/N: R07-100-RNEA or Monnier P/N: 101-3002-1.

- R82.** 只有空压机、泄压阀、压力开关、气压透气塞、气压表、气缸、气管、压力传感器和连接件可以处在高压气动回路调节器逆流方向。

推荐所有高压气动回路调节器逆流方向的组件处在至少 115psi (793kpa) 的工作气压。

- R83.** 气压表必须放置在调节器顺逆气流方向易于看见的位置，以显示存储的和在工作气压。
- R84.** 泄压阀必须直接连接到空压机上，或通过连接到空压机输出端口的合法硬接头（例如黄铜，尼龙等）连接。

需要队伍检查和/或调整泄压阀以释放 125 磅/平方 in.（约 861 千帕）的空气。在供应给队伍之前，阀门可能已经过校准，也可能没有校准过。

调节泄压阀的指导可以参考气动手册 [Pneumatics Manual](#).

- R85.** 压力控制开关的要求是：
- A.** 必须是 Nason P/N: SM-2B-115R/443 的压力控制开关
 - B.** 必须连在较高压的一端(如在气压调节器之前)以监测回路的存储气压
 - C.** 压力控制开关两边的电线必须直接连到控制空压机的 PCM 控制器；或者如若使用 roboRIO 和继电器,连在 roboRIO 上
 - D.** 如果连接 roboRIO 上,必须编程 roboRIO 来感知压力控制开关和提供空压机动力的继电器的状态,以防整个系统过压。
- R86.** 任何通气孔（vent plug）必须能：
- A.** 连接到气动回路，当手动操作时，可以在合理的时间内释放所有存储的压力到大气中，并且
 - B.** 放在机器人易被人接触且方便看到的地方。
- R87.** 多个电磁阀的输出不得垂直连接在一起。

9.10 操控设备

- R88.** DRIVER Station 软件由 [National Instruments \(install instructions found here\)](#) 提供，是唯一指定的用于在自动/手动阶段与机器人通讯，可以影响机器人关停状态的软件。软件版本必须高于 20.0。

允许队伍在参与竞赛比赛时使用自己选择的便携式终端（笔记本电脑，平板电脑等）来运行 Driver Station 软件。

- R89.** 操控手和人类选手操控机器人使用的操控设备、机械部件和基础部件必须能以图像的形式显示 Driver Station 的诊断信息。图像显示必须放置在操控设备中,在检查和比赛过程中图像能够得以清晰地表示。
- R90.** 运行 Driver Station 软件的设备只能通过工作站提供的以太网网线与 FMS 连接（而不是通过交换机）。队伍可以直接通过以太网网线或单端口转网口转换器（例如扩展坞，USB 转网口转换器，雷电口转网口转换器等）将 FMS 以太网网线直接连接到其 Driver Station 设备。必须能够轻松快速地访问操控设备上的以太网端口。

强烈建议队伍使用提供的网线接头进行链接。这些接头能够提供更牢固的网络连接，并可以有效防止对网口的意外伤害。

R91. 操控设备一定不能：

- A.** 超过 60 英寸 (约 152 厘米)
- B.** 深度超过 14 英寸 (约 35 厘米) (不包括比赛期间操控手持或佩戴的任何物品)
- C.** 高度大于地面 6 英尺 6 英寸 (约 198 厘米)
- D.** 依附在场地上 (G26 允许的除外)

有一个 54 英寸 (约 137 厘米) 长 2 英寸 (名义上) 宽 魔术贴的毛边安置在选手站支撑架的中心处，设计用来固定操控设备在架子上，遵循 G26 具体参考选手站 [PLAYER STATION](#) 获得更多细节

请注意，虽然没有重量限制，但操控设备的重量一旦超过 30 磅（约 13 公斤）将受到额外检查，因为它们可能会有安全隐患。

R92. 除比赛场地提供的系统外，不得使用其他形式的无线通信与操控设备进行通信。

禁止的无线通讯系统包含且不限于：激活的无线网卡以及蓝牙设备。对于 FRC 来说，动态识别传感器 (e.g. Microsoft Kinect) 并不算作无线通讯，可以使用

R93. 操控设备不应由危险材料组成，或造成安全隐患，或干扰其他操控组或者其他机器人的操作。

本章完

10 机器检查与机检合格的规则

INSPECTION & ELIGIBILITY RULES

本章节描述了比赛的参赛管理。参与队伍在比赛中是否在联盟站，是否机器人在场地上，以及比赛开始前。

每次赛事，首席机检员（LRI, Lead Robot Inspector）对任何部件，机械结构或机器人的合规性有最终决定权。机检员准备好在任何时刻对机器人重新机检以符合规则要求。队伍可以与机检员或首席机检员讨论任何机器人如何合规及如何修改机器人至合规。

淘汰赛之前没有特别定义需要重新机检的程序，机检员只需要在资格赛接近尾声，或淘汰赛开始前按照 I4 来对机器人重新机检。

机器人允许在未通过机检前参加练习赛，然而如果 FTA, LRI, 裁判长觉得未经过机检的机器人依据安全规则判断为不安全，那么直到纠正不安全的地方或/和通过机检之前，机器人不得参加练习赛。

比赛开始之前，如果机器人被 FTA, LRI 或裁判长判罚“忽略”而“停机”而无法参加比赛。依据 I2，只要已通过机检，被判“忽略”的机器人能在该场资格赛或淘汰赛中获得晋级分或胜负分。

I1. 这是你们队伍的机器人。 机器人及其主要机械结构必须由 FRC 队伍自己搭建。

主要机械结构是一组部件和/或机械结构组装后来完成至少一项比赛挑战：机器人移动，比赛道具控制，场地设施的操纵或进行得分项目。

I1 要求机器人及其机械结构由队伍自己搭建，但不禁止或反对接受其他队伍的协助（比如制造元素，帮忙搭建，编写程序，研究比赛策略，贡献部件和/或机械结构）

主要机械结构的一些举例包含且不限于：

- a. 操纵比赛道具的组合
- b. 比赛最终阶段的就位用的组合
- c. 操纵场地设施的组合
- d. 让机器人在场地上移动的组合

不认为是主要机械结构的，因此可能并不违反 I1 条款的一些举例，包含且不限于：

- a. 组装的齿轮箱
- b. 主要机械结构的其中之一部件或机械结构
- c. COTS 物品

I1 或本蓝框内的内容都没有明确主要机械结构的完成度要多少才能被认为是由队伍自己搭建的。I1 希望和要求队伍对机器人或主要机械结构是不是由队伍自己搭建这个问题上要诚恳。

尝试在定义上找漏洞而避开规则的行为不符合 I1 或 FRC 的精神。违反 I1 的例子有：

- a. 主要机械结构的零部件由其他队伍提供
- b. 主要机械结构大部分由其他队伍完成，队伍自己做了一小部分

- 12. 资格赛或淘汰赛开始之前必须参加过机检。** 队伍只有在机器人通过初检，完全检查之后才能被允许参加资格赛或淘汰赛，才可以获得相应得分。

判罚：比赛之前未通过机检，队伍丧失资格无法参加比赛。如果在比赛开始之后发现未通过机检，整个联盟获得那场比赛的联盟红牌

请重视本规则，对于 FRC 队伍来说检查联盟队友是否通过机检是很重要的，不然就要冒吃红牌的风险。尽早察觉并帮助队友在比赛前通过机检。

- 13. 把所有东西都带去机检。** 在机检期间，队员需要向裁判展示所有在比赛中会用到的机械结构（包括所有结构的所有部件）、构造和装饰而不需要依据 I4 重新机检，所有部件不要超过 150 磅（约 68 公斤）（注意，如果部件总重量达到了 150 磅，机器人机械结构需要放在一起检查，机器人在比赛中会有的各种伸缩状态不能违反 R5）。R5 中所列的例外（保险杠，电池）未包含在 150 磅中。
- 14. 除非遇到下方列表提到的状况，任何机器人的改变都需要重新机检。** 机器人在比赛的时候可以用某机械结构的替换机构，此替换机构必须在机检的时候一起参与机检，也必须在安装替换机构后再展示机器人的伸缩状态以确定依然符合机检规则。只有机械结构在机检的时候可以增加或去除，或者比赛之间重新调整状态，才依据 I4 不需要重新机检。如果机器人在最近一次机检之后有很大的改动，那么机器人必须重新机检才能参加下一场比赛。机器人在经过改造后没有重新机检就参赛的话，会被 LRI 和裁判长判失去资格。

以下 A 到 F 为不需要重新机检的例子（除非它们对机器人的尺寸、重量、合规性和安全性有重大影响）

- A. 添加、重新分布或去除紧固带（如缆绳带、胶带和铆钉）
- B. 添加、重新分布或去除标签或标记
- C. 修改机器人代码
- D. 用相同的 COTS 部件更换 COTS 部件
- E. 用相同的机械结构更换机械结构（尺寸、重量和材料相同）
- F. 添加、去除或重新配置符合 I3 规则的机械结构的替换机构

15. 不要利用规则 14. 不要利用 14 条款的重新机检过程来规避 I3 中的总重量限制

本限制本意并不是阻止队伍换回原来的配置（比如不成功的升级或新部件不起作用）。如果队伍被认为违反此规则，LRI 会与队伍讨论让队伍了解更改，如果经过确信，LRI 将让队伍在接下来的比赛中只允许使用同一种配置。

案例 1：机器人过检（包含机构 A 过检），比赛中队伍决定使用机构 B（未检）。机器人，机构 A，机构 B 的总重量低于 68 公斤，但高于 R5 规定的机器人重量限制（机器人两个机构都装就违反 R5）。I4 要求机器人重新机检，队伍把机器人，机构 A，机构 B 都带去重新机检。I5 允许队伍在机器人，机构 A，机构 B 的机检通过后，可用机构 A 或机构 B 来参加随后的比赛。

案例 2：机器人过检（包含机构 A 过检），比赛中队伍决定使用机构 B（未检）。机器人，机构 A，机构 B 的总重量高于 I3 的 68 公斤的要求。因为 I4 需要机器人重新机检，为了满足 I3 的要求，机构 A 排除在机检外，机器人和机构 B 参与机检并通过，以机构 B 参与剩下的比赛。但之后机构 B 坏了，队伍决定用回机构 A，再次重新机检并参加剩余的比赛，不违反 I5。

案例 3：队伍到达后，机器人，机构 A，机构 B 总重量 175 磅（高于 150 磅），队伍只检查了机器人和机构 A，比了一场之后，队伍改用机构 B 并重新机检。比了第二场之后，队伍又切回了机构 A 再重新机检。比了第三场又想换机构 B 继续比赛。这个节点上，首席机检员将与队伍讨论，告之违反 I5 后，队伍只能选择机构 A 或机构 B 来参加剩下的比赛。

16. 记录机器人的成本. A Bill of Materials (BOM), listing all items on the ROBOT except those listed in R11 and their relevant costs per 清单表 (BOM) 列出了机器人上除了 R11 以外的所有物品以及对应的成本，依据预算限制和制造进度 [Budget Constraints & Fabrication Schedule](#), 必须在机检时出示。

鼓励队伍使用在 FIRST 官网上的 BOM 模板 [BOM Template](#)。请注意 BOM 只需要出示，不需要上交给机检员。

17. 机检的大多数，机器人必须关机检查. 为了安全，机器人必须在机检的时候关闭电源，气动设备需要把气放光，弹簧之类的储能设备必须处于最低蓄能状态

需要打开电源或往系统里压缩空气（比如检测固件版本，额定气压等）。除此以外机检员要求打开电源的判断依据需要满足

- A.** 让机器人在通电后展开以检查是否符合机器人的相关体积要求
- B.** 队伍在机器人安装了安全锁来减轻不可预期的储能释放

在机检的时候，队伍可能会被要求展示安全锁机制的触发。

18. 没有学生参与，就不让机检. 至少要指派一名学生陪同机检员检查机器人。

例外：宗教节日，重要考试，交通延误

本章完

11 比赛赛制

TOURNAMENTS

每场 2020FRC 赛事都使用锦标赛赛制。每场锦标赛包含 3 种比赛，练习赛（对与地方赛来讲可能不必要），资格赛和淘汰赛

练习赛使每个队在资格赛前先有机会在场上测试机器。

资格赛使每个队可以获得 RP 分来决出名次以便确定哪些队伍将参加淘汰赛

淘汰赛将决出本轮赛事的冠军。

11.1 比赛日程

比赛日程表上显示比赛的具体信息，见图 11-1（Figure 11-1）

Qualification Match Schedule

Matches Per Team		10	Event Name					
Time	Description	Match	Blue 1	Blue 2	Blue 3	Red 1	Red 2	Red 3
Thu 2:30	Qualification 1	1	1	2	3	4	5	6
Thu 2:37	Qualification 2	2	7	8	9	10	11*	12
Thu 2:44	Qualification 3	3	13	14	15*	16	17	18

ALLIANCE Red or Blue

PLAYER STATION number 1, 2, or 3

MATCH Start Time

MATCH Type

MATCH Number

Asterisk (*) indicates SURROGATE MATCH

Figure 11-1 Sample MATCH Schedule

从左到右，比赛预定开始时间，比赛类型，比赛场次，蓝色联盟队伍 1，队伍 2，队伍 3，红色联盟队伍 123 队伍 123 对应所在选手站 123

11.2 与裁判互动

赛事期间在赛场里，裁判长（Head REFEREE）具有终级权限，但也会接受他人建议。（例如赛题设计师，FIRST 相关人员，FTA，以及技术人员）。裁判长的裁决是最终决定。在任何情况下，任何赛场工作人员（包括裁判长）都不会接受或查看任何来源的寻求改变判罚的视频，照片，艺术渲染等。

如果操控组要求裁判长详细解释判罚以及得分（C9），必须由一位初高中生及同等学力的操控组成员在场地重置信号灯亮起之后（即外部接口的灯变绿），站在对应的红/蓝色提问区中向裁判长提出交涉申请。提问区位于记分台（主席台）的两边，地上贴有各联盟颜色胶带的正方形区域为提问区。依据时机，裁判长可以选择推迟与队员的交涉到下一场比赛结束之后。因此，队员需要在提问区站几分钟。

因为 FMS 只追踪犯规的数量，FIRST 不需要裁判自己记录犯规细节。因此，我们不会要求裁判去回忆犯了什么规，什么时候犯的以及对谁犯规。

任何合理问题都可以在提问区提出，裁判长都会尽力回答（比如怎么犯的规，为什么犯的规，为什么某些机器人基于设计或打法会容易违反某些规则，某些规则的如何判罚），但请知晓，裁判长可能在回答的时候无法提供特定的细节

11.2.1 红黄牌判罚

包含本手册列举的违规行为，红黄牌还可以给与做出与 **FIRST** 文化，价值观，使命相违背行为的队伍

除了写在规则违反章节（[Rule Violations](#)）和 **C1** 中的行为外，裁判长也会对在 **FRC** 赛事中出现的不合适的恶意行为，在比赛中出示黄牌警告，或出示红牌取消资格。

红黄牌出示的方式是裁判长站在队伍选手站前，面对选手站举手出示红黄牌。

黄牌是可以累积的,这意味着,第二张黄牌将会自动转化为红牌。队伍再次受到黄牌警告时，包括在一场比赛中，第二次收到黄牌警告时，队伍会受到红牌警告。裁判长在比赛结束后来选手站举起一张红牌或黄牌时，视作对队伍的第二张黄牌警告。受到黄牌或是红牌处罚的队伍会带着处罚进入后续的比赛，除非出现以下情况。

一旦一支队伍受到了黄牌或是红牌处罚,在后续比赛中,他们在观看屏幕上的队伍编号将会以黄色作为底色以提示所有的在场人员队伍正背着一块黄牌。



Figure 11-2 Audience Screen graphic showing YELLOW CARD Indicators

在练习赛和资格赛结束后，所有队伍的黄牌记录将会清零。裁判长可能选择让队伍在练习赛时获得的黄牌持续到资格赛阶段。

在淘汰赛中，如果一支队伍获得了黄牌警告，那么整个联盟将会领到黄牌。如果联盟积累了两张黄牌，那么整个联盟将会领到红牌。红牌导致联盟本场比赛取消资格，直接判负。如果在同一场比赛中的双方联盟领到了红牌，那么首先领到红牌的队伍判负。

红黄牌出示条件如下：

Table 11-1 YELLOW and RED CARD application

红黄牌领取时机	红黄牌归属哪场比赛:
资格赛开始之前	队伍的第一场资格赛
资格赛期间	队伍正在打的或刚打完的比赛。如果队伍正在打的或刚打完的比赛是以替补身份上场的, 红黄牌归属再前一场比赛 (比如队伍的第二场资格赛)
资格赛结束之后, 淘汰赛开始之前	联盟的第一场淘汰赛
淘汰赛期间	联盟正在打的或刚打完的比赛

参考红黄牌的违规细节 ([Violation Details](#)) 的举例应用

11.3 重赛

比赛期间可能会有重赛。重赛的起因可能是淘汰赛打成了平局, 可能是场地工作人员预见到了场地会损坏或人员会受伤, 或者赛场故障。赛场故障 (ARENA FAULT) 的原因包含且不限于:

- A. 被破坏的场地设施, 起因于
 - a. 正常的, 可预期的比赛或者
 - b. 机器人损坏比赛设施导致影响对手的比赛结果

因机器人损坏而被破坏的场地设施如果属于机器人自己所在的联盟, 不算作赛场故障

- B. 场地供电故障 (不包括选手站上断路器的断开)
- C. FMS 导致的非正常激活
- D. 场地工作人员失误 (除了赛场后勤 [Other Logistics](#) 所列举的)

如果由裁判长确认的确有赛场故障影响队伍比赛结果的, 并且受影响的联盟愿意重新比赛的, 可以进行重赛。

如果比赛结果受到影响是由一个失误引起的, 裁判长的判断可以改变哪个联盟会赢和 RP 分的重新分配。

重赛追求现场还原, 这意味着如果一个机器人在比赛开始前处于忽略状态, 那么重赛的时候, 此机器人也必须处于忽略状态。但机器人和操控组的位置不需要在重赛的时候还原。

注意: 当裁判长判断不会影响比赛结果的一些赛场故障出现的话, 不会有重赛。这些包括且不限于:

- a. 场边的塑料板掉落进场地, 掉落点并远离任何人和机器人的活动范围, 这是不会影响比赛结果的
- b. 赛场音效 (比如手动阶段开始的音效) 的延迟播放
- c. 赛场计时时间与观赛屏幕的倒计时时间不一致。

- d. 任何调整过或延迟发出的判罚（包括在比赛之后作出的判罚）

11.4 场地测量

场地将在资格赛开始前至少 30 分钟开放，在此期间，队伍可以调查和/或测量场地并在场地上放置机器人以执行传感器校准。比赛场地开放的具体时间将在活动中传达给队伍。队伍可以向 FTA 提出具体问题或意见。

T1. 不能操控机器人。 开放测量的时候，放置在场地的机器人可以开机，但在开机状态下不能移动，也不能与能量电池（比如发射，捡拾），能量接口，护盾开关，控制圆盘及其他场地设施有互动

判罚：口头警告。再犯或恶意违规，黄牌

11.5 练习赛

练习赛会放在赛事的第一天，并安排在资格赛之前。练习赛赛程会尽快公布，且不会晚于练习赛公布。练习赛赛程也会发布在 [FIRST Robotics Event Results site](#)，练习赛的对战阵容是随机安排的，队伍不能更改自己参加的场次。每个队会有相等数量的练习赛，但如果队伍数量和练习赛的数量乘积不能被六整除，那么 FMS 会随机选择一些队伍多比几场。

地方赛（District event）因为赛制和日程安排的原因，有时候不提供练习赛。

11.5.1 练习赛候补队

候补队的队伍是用来填充练习赛中的空位的。当接下来的练习赛中出现了队伍空缺或应该参加的队伍没有向排队管理志愿者报到的时候，在候补队排队等候的第一支队伍就可以填充这个空位。候补队的队伍采取先到先上的排队方式。候补队的队伍数量由场馆大小决定。

队伍必须满足所有条件才能进入练习赛的候补队：

- A. 机器人必须已经通过机检（本要求也可能因完全开放的练习赛而免掉）
- B. 操控组必须和机器人一起位于候补队列
- C. 位于候补队列的机器人不能做任何调整
- D. 候补队的队伍只能占 1 个位置
- E. 如果队伍正在等候参加下一场或下下场比赛，将不被允许进入候补队

11.6 资格赛

11.6.1 资格赛赛程

资格赛的赛程表会尽快给出，且不会晚于资格赛开始前的一小时。资格赛赛程表上会排列出多轮比赛，每一轮每个队伍都会有一场比赛。队伍会收到一份纸质赛程表，线上赛程表（除非有特殊情况）可参考 [FIRST Robotics Event Results site](#)，资格赛赛程表包含很多轮次，每个队伍每轮只有一场比赛。

11.6.2 比赛安排

FMS 会按照预定算法每场比赛安排 2 个联盟对战（每个联盟 3 队），队伍不能改变资格赛的比赛安排，算法遵循以下优先级

1. 每支队伍两场比赛的间隔最大化
2. 队伍遇见相同对手的次数最小化
3. 队伍与相同队伍组成联盟的次数最小化
4. 队伍被指派替补参赛的次数最小化(被 FMS 随机选中进行一场额外的资格赛)
5. 队伍被分到蓝色联盟和红色联盟的次数相同
6. 队伍被分到每个选手站的次数相同

所有队伍参加资格赛的场次数相同,与比赛轮数相等,除非队伍数量和比赛场次的乘积不能被六整除。在这种情况下, FMS 会随机选择队伍参加额外的一场比赛。为了之后的排名计算,队伍参与的额外场次会被认定为替补参赛。如果一个队伍需要替补参赛,赛程表中会标明,且替补参加的一般是他们的第三场资格赛。替赛的胜负对替赛的队伍的排名没有影响,但在替赛中得到的红黄牌会延续到之后的比赛中。

11.6.3 资格赛排名

晋级分（Ranking Points，RP 分）是根据队伍所在联盟在资格赛中的表现而得到的奖励。RP 分获得的标准请见表 4-2（Table 4-2）

以下情况不会获得 RP 分

- A. 资格赛替补上场的比赛
- B. 比赛前后被裁判长取消当场比赛资格的队伍，在资格赛中获得 0 个 RP 分或淘汰赛中联盟获得 0 分
- C. 未出场队伍。队伍在该场比赛开始前就被取消资格或获得了属于该场比赛的红牌（见 C6），那么比赛之前队伍就不用进入选手站，被视为未出场。

排名分（Ranking Score，RS）为队伍的晋级分总和除以队伍参加的场次（减去任何替补场次），保留 2 位小数。

所有参加资格赛的队伍会根据排名分来排名。如果共有‘n’组参赛队,他们就从‘1’到‘n’排名。‘1’是第一名,‘n’是最后一名。

队伍依据下表的优先顺序来决定排名 Table 11-2.

Table 11-2 Qualification MATCH ranking criteria

优先顺序	评判依据
1 st	排名分
2 nd	累积自动阶段得分
3 rd	累积比赛最终阶段得分
4 th	累积手动阶段能量电池和控制圆盘得分
5 th	FMS 随机排序

11.7 淘汰赛

在淘汰赛，队伍不再获得 RP 分，他们只有胜负平，在淘汰赛对战表（[Playoff MATCH Bracket](#)）的每条分支中，先获得两场胜利的联盟晋级到下一轮。

当四分之一决赛与半决赛中两个联盟的得分相同，将根据表格 11-3（Table 11-3）来决定谁获胜。在淘汰赛中，被裁判长宣布取消比赛资格的队伍将会让所属联盟在该场比赛中获得 0 分。

在决赛中，率先赢得两场比赛胜利的联盟获得冠军。若三场比赛后仍然没有联盟获得两次胜利，则将再赛三场，称之为加时赛，直至一个联盟获得两次胜利。如果加时赛中两个联盟的得分仍然相同，那么将会根据表 11-3（Table 11-3）中的各项标准评定最终获胜的队伍。

Table 11-3 Playoff MATCH Tiebreaker Criteria

优先顺序	评判依据
1 st	累积犯规和技术犯规给对方加的分
2 nd	累积自动阶段得分
3 rd	累积比赛最终阶段得分
4 th	累积手动阶段能量电池和控制圆盘得分
5 th	比赛重赛

11.7.1 联盟选择

在资格赛结束后，排名前 8 的种子队成为联盟队长，形成八大联盟。八大联盟会依次称呼为第一联盟，第二联盟.....第八联盟。每个联盟队长需要选出 2 支队伍加入自己所在的联盟。

如果队伍拒绝了联盟队长的位置或者没有出席联盟选择仪式，那么就不能参加淘汰赛。如果拒绝/缺席的队伍是联盟队长，那么低位的联盟队长各自晋升一位，排第 9 名的队伍则晋升成为第八联盟的联盟队长。

每支队伍选择一名学生作为队伍代表在指定时间（一般为比赛最后一天的午饭前）出席仪式。八大联盟的学生代表被称为联盟队长（ALLIANCE CAPTAIN）。

联盟选择仪式由两轮组成，每轮联盟队长都会邀请一支比自己排名低的队伍加入自己的联盟。只要拒绝过邀请的队伍无法被再次邀请，也不在邀请对象中。

第一轮: 依照降序（从第一联盟到第八联盟），每位联盟队长邀请一支队伍。受邀队伍代表出列回答是否接受邀请。

队伍接受邀请就会成为该联盟的一员。如果八大联盟的队伍向排名比自己低的八大联盟的队伍发出邀请并被接受，那么接受邀请的队伍在八大联盟中的位置会空缺，位于低位的联盟队长各自晋升一位，排第 9 名的队伍则晋升成为第八联盟的联盟队长。

如果队伍拒绝邀请，那么该队伍就再也无法成为受邀对象，也失去了成为替补队伍的资格，见淘汰赛对阵表 [Playoff MATCH Bracket](#)。被拒绝后，联盟队长将继续向其他队伍发出邀请。如果拒绝邀请的是八大联盟中的队伍，那么该队作为联盟队长依然有邀请其他队伍的权力，但无法再被比自己排名高的队伍邀请。

第一轮持续到八大联盟都各自选了一支队伍，紧接着进入第二轮。第八联盟在选择第一支队伍之后立刻开始选择第二支队伍。

第二轮: 依照升序（从第八联盟到第一联盟），每位联盟队长再邀请一支队伍，直到八大联盟各自都有了 3 支队伍。

第二轮过后，剩下的队伍按照排名从高到低依次进入替补池成为替补队伍（队伍可以选择是否进入），直到替补池内有了八支队伍。当第一联盟选好了他们的第二支队伍之后，第二轮选择结束。此时场地工作人员会立刻用显示设备显示哪八支队伍进入替补池中。如果队伍不能接受进入替补池，即被视为拒绝了来自替补池的邀请。

11.7.2 淘汰赛对阵表

淘汰赛会在联盟选择仪式之后进行。淘汰赛的对阵表如图 11-3（Figure 11-3）

队伍在联盟站内的位置：联盟队长将会被安排到 2 号选手站，第一选择（联盟选择仪式中各联盟选择的第一支队伍）安排在 1 号选手站，第二选择安排在 3 号选手站。如果替补队伍参与这场比赛，他们将会被安排在他们队伍所替补的操控组的选手站。队伍不能改变分配位置。

四分之一决赛时，联盟选择中排名更高的联盟将会被安排在红方联盟站。在四分之一决赛后，表 11-3（Figure 11-3）上处在上半区的队伍会被安排在红方联盟站，无论他们在决赛中是否比对方排名高。

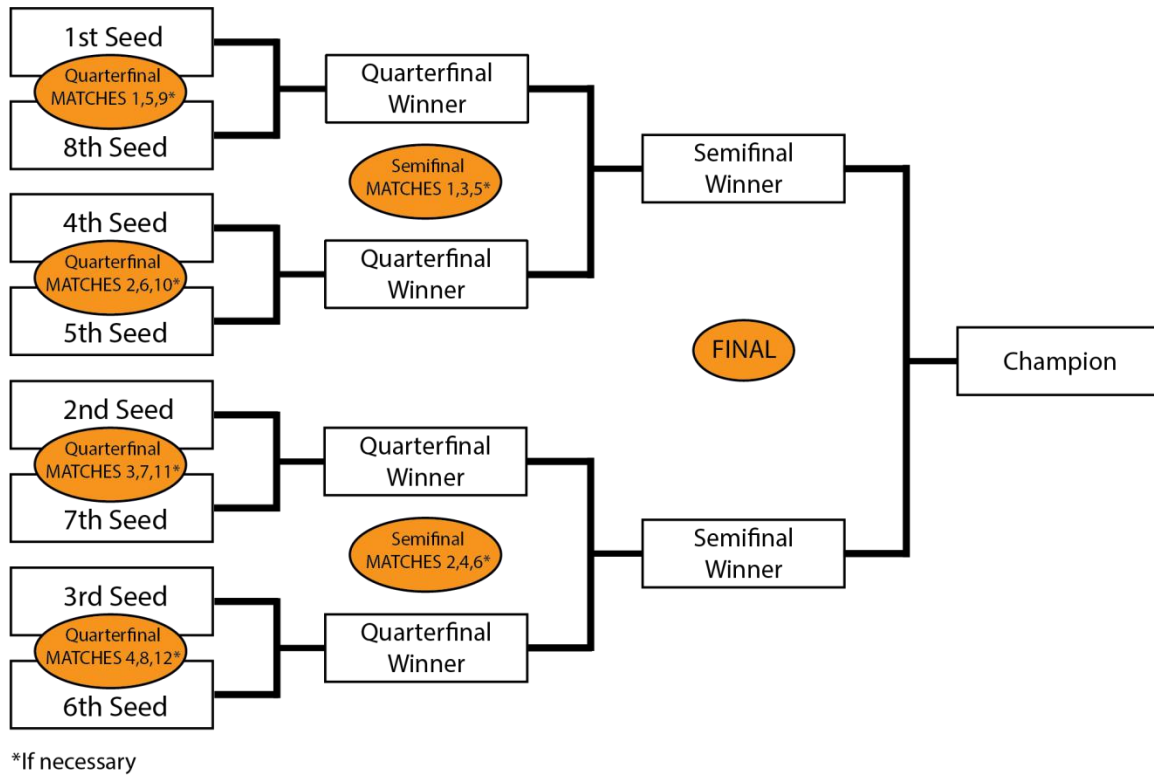


Figure 11-3 Playoff MATCH Bracket

左起第一列为四分之一决赛八大联盟对阵关系，椭圆内是双方对阵的指定场次（所有比赛 3 局 2 胜制），第二列为半决赛对阵关系，椭圆内是双方对阵的指定场次，第三列是决赛对阵关系

为了保证所有联盟在下场比赛之前有充足准备时间，比赛顺序如下所示：

Table 11-4 Playoff Order

四分之一决赛 第 1 轮	四分之一决赛 第 2 轮	四分之一决赛 第 3 轮	半决赛	决赛
四分之一决赛 第 1 场 (1 vs.8)	四分之一决赛 第 5 场 (1 vs.8)	四分之一决赛 决胜战 1 ¹	半决赛 1	决赛 1
四分之一决赛 第 2 场 (4 vs.5)	四分之一决赛 第 6 场 (4 vs.5)	四分之一决赛 决胜战 2 ¹	半决赛 2	场地 暂停时间
四分之一决赛 第 3 场 (2 vs.7)	四分之一决赛 第 7 场 (2 vs.7)	四分之一决赛 决胜战 3 ¹	半决赛 3	决赛 2
四分之一决赛 第 4 场 (3 vs.6)	四分之一决赛 第 8 场 (3 vs.6)	四分之一决赛 决胜战 4 ¹	半决赛 4	场地 暂停时间
	场地 暂停时间 ¹	场地 暂停时间 ¹	半决赛 决胜战 1 ¹	决赛 决胜战 (加时赛) ¹
		重赛 ¹	半决赛 决胜战 2 ¹	重赛 ¹
			场地 暂停时间 ¹	
			重赛 ¹	

¹ - 如果有必要

11.7.3 Pit 区成员相关

在淘汰赛时,由于赛场和 Pit 区间距离较远,可能需要额外的队员在比赛间隔维修机器人。每队除了操控组外允许有 3 名额外的人员到比赛等候区维修机器。

11.7.4 比赛暂停

比赛与比赛之间可以有一个最多 6 分钟的暂停时间,用来暂时停止淘汰赛比赛进程。

在比赛暂停的时候,赛场计时器将会显示剩余暂停时间。对阵的两个联盟都可以利用 6 分钟的暂停时间。如果一个联盟在暂停时间之内完成了准备,我们鼓励联盟队长告知裁判长。如果两支联队都在暂停时间结束前完成了准备,那么比赛就会立刻开始。

在练习赛以及资格赛的间隔是不能提出比赛暂停的。

如果一个联盟因为赛程原因,将连打两场淘汰赛的话,那么裁判长将叫“场地暂停”以让队伍更好地准备下一场比赛。“场地暂停”时间和队伍提出的比赛暂停时间一样,均为 6 分钟。

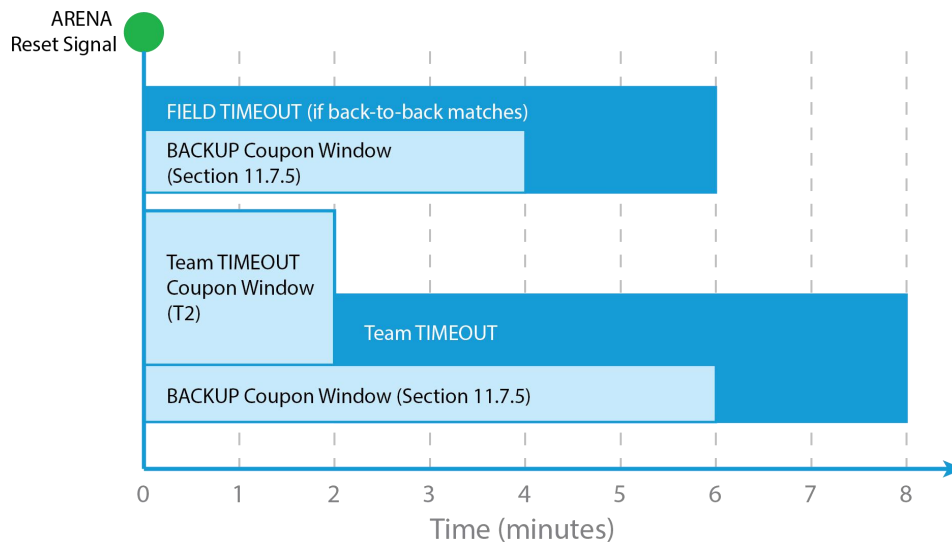


Figure 11-4 TIMEOUT Timeline

淘汰赛中的每个联盟可提出一次暂停。

比赛暂停时间结束前，队伍的机器人就应该已经被放置在场上了。如果暂停结束后，队伍延误比赛会有违反 C7 的风险

T2. 如果队伍想要提出暂停，只能由联盟队长身份的学生且必须在赛场重置信号灯亮起后的 2 分钟之内提交暂停纸条，如果赛场不需要重置，那么在预定比赛时间开始 2 分钟之前提交。比赛暂停会在赛场重置信号灯亮起 2 分钟后开始。

在信号灯亮起之前或亮起 2 分钟后提交暂停纸条是不会被受理的。

比赛暂停无法串联，如果联盟在场地暂停时间提出了比赛暂停，那么赛场重置信号灯会亮起，场地暂停时间会在信号灯亮起后 2 分钟内结束，然后开始联盟提出的比赛暂停。

如果联盟想在场地暂停时间中提出比赛暂停，请依据 T2 的规定在信号灯亮起后 2 分钟内提出。

暂停时间和及可以提出暂停的暂停纸条无法转让给其他联盟使用，只能由持有的联盟使用。

如果淘汰赛因为赛场故障导致机器人无法操作而重赛，裁判长有叫场地暂停的选项可选。

11.7.5 替补队伍

在淘汰赛中，由于机器人故障，联盟可能需要更换其中一个队伍。机器人故障包含但不限于：

1. 机械结构上的损伤
2. 电气问题，或
3. 软件问题

在这种情况下，联盟队长可以从替补池中选择排名最高的队伍加入其联盟。在淘汰赛期间，机器人和操控组替换下联盟中另一个机器人和操控组的队伍称为替补队伍。

由此产生的联盟由 4 个队伍组成。被替换的队伍仍然是联盟的成员，但即使他们的机器人被修复，也无法返回比赛。

每个联盟在淘汰赛中会被分配 1 张申请替换队伍的纸条。如果在替换队伍之后，该联盟的第二个机器人也出了故障，则联盟只能使用剩下的 2 个（甚至 1 个）机器人进行比赛。

案例：3 支队伍 A，B，C 队组成联盟进入淘汰赛。替补池排名最高的队伍是不在八大联盟中的 D 队。在淘汰赛比赛中，C 队的机器人遭受了机械臂的损坏。联盟队长决定用 D 队来替换 C 队。C 队及其机器人就失去了参加后续任何淘汰赛的资格（除非有 C 队参加过的那场淘汰赛需要重赛）。A，B，D 队组成的新联盟成功晋级决赛并获胜。A，B，C 和 D 队都被认可为冠军联盟成员并获得奖励。

如果替补队伍是冠军或亚军成员之一，那么冠军或亚军会有 4 支队伍组成。

如果要在比赛暂停中提出替换队伍，联盟队长必须在暂停时间还剩 2 分钟之前提交给裁判长。如果暂停时间还剩 2 分钟不到，提交无效。

如果队伍想要提出替换队伍，只能由联盟队长身份的学生且必须在赛场重置信号灯亮起后的 2 分钟之内向裁判长提交申请替换队伍的纸条，如果赛场不需要重置，那么在预定比赛时间开始 2 分钟之前提交。

假如是联盟队长所属队伍的机器人被替换，那么联盟队长身份的学生将被允许留在联盟站中，此外还可以有一名该队教练身份的人员留在联盟站中作为顾问。

申请替换队伍的纸条上没写哪支队伍要被替换的话，裁判长不接受替换申请，如果不是联盟队长本人提交的，裁判长也不接受。当申请纸条提交成功后，就不能收回了。

T3. 淘汰赛中，当主裁判中止了比赛（例如因赛场故障，或是因安全问题）。队伍是不能提交替换或暂停纸条的。唯一的例外是场地故障导致了机器人故障需要修理。

判罚：申请被拒绝

如果淘汰赛的比赛因为 T3 而中止需要重赛，裁判长有叫场地暂停的选项可选。

11.8 地方赛晋级模型

队伍在赛季中取决于他们参赛的比赛：区域赛（Regional）或地方赛（District）。本节详细介绍了队伍如何从区域赛晋级到 FIRST 总决赛，或从地方赛资格赛，到地方赛总决赛，再到 FIRST 总决赛。

（因为中国赛区的比赛都是区域赛。为了防止混淆，所有地方赛（District）相关的说明只翻译标题，不翻译内容。）

11.8.1 地方赛赛制（不作翻译）

District teams are ranked throughout the season based on the points they earn at their first two (2) home District events they attend, as well as at their District Championship. Points are awarded to teams as follows:

Table 11-5 District Point Assignment

Category	Points
Qualification Round Performance	$QualificationPoints(R, N, \alpha) = \left\lceil InvERF\left(\frac{N - 2R + 2}{\alpha N}\right) \left(\frac{10}{InvERF\left(\frac{1}{\alpha}\right)}\right) + 12 \right\rceil$ (For a typically sized District event, this will result in a minimum of four (4) points being awarded for Qualification round performance. For events of all sizes, a maximum of twenty-two (22) points will be awarded.)
ALLIANCE CAPTAINS	Equal to 17 minus the ALLIANCE CAPTAIN number (e.g. 14 points for ALLIANCE #3 Captain)
Draft Order Acceptance	Equal to 17 minus the Draft Order Acceptance Number (e.g. 12 points for the team that is 5 th to accept an invitation)
Playoff Advancement	Points awarded based on team participation in individual playoff rounds, and whether or not the ALLIANCE advances. See details below.
Judged Team Awards	10 points for Chairman's Award 8 points each for Engineering Inspiration and Rookie All Star Awards 5 points each for all other judged team awards
Team Age	10 points for Rookie teams 5 points for second-year teams

Points earned at District Championships are multiplied by three (3) and then added to points earned at District events, to determine the final season point total for the team.

If there is a tie in the season point total between teams, those items are broken using the following sorting criteria:

Table 11-6 District team sort criteria

Order Sort	Criteria
1 st	Total Playoff Round Performance Points
2 nd	Best Playoff Round Finish at a single event
3 rd	Total ALLIANCE Selection Results Points
4 th	Highest Qualification Round Seed or Draft Order Acceptance (i.e. Highest ALLIANCE Selection points at a single event)
5 th	Total Qualification Round Performance Points
6 th	Highest Individual MATCH Score, regardless of whether that score occurred in a Qualification or Playoff MATCH
7 th	Second Highest Individual MATCH Score, regardless of whether that score occurred in a Qualification or Playoff MATCH
8 th	Third Highest Individual MATCH Score, regardless of whether that score occurred in a Qualification or Playoff MATCH
9 th	Random Selection

11.8.1.1 Qualification Round Performance

The calculation of Qualification performance points is done using the equation (an inverse error function) in the table above. The equation utilizes the following variables:

- R – the qualification rank of the team at the event at the conclusion of Qualification MATCHES (as reported by FMS)
- N – the number of FIRST Robotics Competition teams participating in the Qualification rounds at the event
- Alpha (α) – a static value (1.07) used to standardize the distribution of points at events

This formula generates an approximately normal distribution of Qualification Round Performance points at an event, based on rank, with most teams getting a moderate number of points, and fewer teams getting the highest or lowest numbers of points available.

Table 11-7 displays sample Qualification Round Performance points for variously ranked teams at a forty (40) team event. The system will automatically generate the appropriate points for each team based on their rank and the number of teams at the event.

Table 11-7 Sample Qualification Round point assignments

Rank	1	2	3	4	...	19	20	21	...	37	38	39	40
Points	22	21	20	19	...	13	13	12	...	6	6	5	4

11.8.1.2 ALLIANCE Selection Results

This attribute measures both individual team qualification round seeding performance and recognition by peers.

ALLIANCE CAPTAINS are recognized based on their qualification round seeding rank. This rank is a result of the rules of the game, which typically incorporate several team performance attributes, and are designed to eliminate ties in rank. Non-ALLIANCE CAPTAINS are rewarded based on peer recognition. To be invited to join an ALLIANCE, a team's peers have decided that the team has attributes that are desirable. Giving points for ALLIANCE selection also supports come-from-behind teams. A team taking several MATCHES to optimize their performance may be recognized as a late bloomer by a top seeded team, even if that performance isn't reflected in the rankings because of poor performance in early MATCHES. These points also have the potential to recognize teams employing a minority strategy with

their ROBOT. Teams with unique or divergent ROBOT capabilities that complement the strengths of other ALLIANCE members may be selected to fill a strategic niche.

Note also that ALLIANCE CAPTAINS are given the same number of points as the team drafted in the same sequence. For example, the third ALLIANCE CAPTAIN gets the same number of points as the third draft. Numerical analysis supports the idea that ALLIANCE CAPTAINS are about as strong in ROBOT performance as equivalently drafted teams. As an additional minor benefit, awarding the same points for ALLIANCE CAPTAINS and equivalent drafts lubricates the acceptance of draft offers between ALLIANCE CAPTAINS, which gives teams out of the top eight the chance to experience being ALLIANCE CAPTAINS themselves.

11.8.1.3 *Playoff Round Performance*

This attribute measures team performance as part of an ALLIANCE.

All teams on the ALLIANCE winning a particular playoff series, who participate in MATCHES with their ROBOTS, receive five (5) points per MATCH won. In most cases, teams receive ten (10) points at each of the Quarterfinal, Semifinal, and Final levels, unless a BACKUP ROBOT is called in to play.

11.8.1.4 *Awards*

This attribute measures team performance with respect to team awards judged at the event.

The points earned for team awards in this system are not intended to capture the full value of the award to the team winning the award, or to represent the full value of the award to *FIRST*. In many ways, the team's experience in being selected for awards, especially the Chairman's Award, the Engineering Inspiration Award, and the Rookie All Star Award, is beyond measure, and could not be fully captured in its entirety by any points-based system. Points are being assigned to awards in this system only to help teams recognize that *FIRST* continues to be "More than RobotsSM," with the emphasis on our cultural awards, and to assist in elevating award-winning teams above non-award-winning teams in the ranking system.

Teams only get points for team awards judged at the event. If an award is not judged, e.g. Rookie Highest Seed, is not for a team, e.g. the Dean's List Award, or is not judged at the event, e.g. Safety Animation Award, sponsored by UL, no points are earned.

11.8.1.5 *Team Age*

This attribute recognizes the difficulty in being a rookie or second-year team.

Points are awarded to rookie and second year teams in recognition of the unique challenges teams face in those early years, and to increase the chance that they will make it to the District Championship to compete with their ROBOTS. Like our dedicated Rookie awards, these additional points are intended to recognize and motivate newer participants in *FIRST* Robotics Competition. These points are awarded once at the beginning of the season. Rookie year is calculated based on the year in which *FIRST* recognizes the team as a rookie.

11.8.1.6 *Regional Participation*

District teams do not earn points for their actions at any Regionals they may attend, nor are eligible for *FIRST* Championship qualifying judged awards at those events. However, if a District team does earn a slot at the *FIRST* Championship while attending a Regional event, that slot does count as part of the total Championship allocation the District is receiving for the season.

11.8.2 地方赛总决赛晋级条件（不作翻译）

A team competing in a District qualifies for their District Championship by meeting one of the following criteria:

- A. District Chairman's Award Winner
- B. District Ranking; based on total points earned at their first two home District events as detailed in [District Events](#).

Teams do not earn points at third or subsequent District events, nor at any inter-district or Regional events at which they compete during the season.

If a team declines an invitation to the District Championship, the next highest uninvited team on the list is invited, and so on, until the event capacity is filled.

- C. District Engineering Inspiration winner (qualifies to compete for the award only)
- D. District Rookie All Star winner (qualifies to compete for the award only)

The capacity of each District Championship is shown in Table 11-8. Each District determines the number of teams that qualify for their District Championship. These limits are based on factors including but not limited to the total number of teams in the District, available venue capacity, etc.

Table 11-8 2020 District Championship Capacities

District Championship	Capacity
FIRST Chesapeake District Championship	80
FIRST Israel District Championship	45
FIRST Mid-Atlantic District Championship	60
FIRST North Carolina State Championship	32
FIRST Ontario Provincial Championship	80
FIRST in Texas District Championship	64
Indiana State Championship	32
Michigan State Championship	200
New England District Championship	64
Pacific Northwest District Championship	64
Peachtree District State Championship	45

11.8.3 分赛区制的地方赛总决赛（不作翻译）

Some District Championships have a sufficient number of teams to justify using more than one division. Teams are assigned divisions by FIRST using a process developed by FIRST in Michigan.

The process employs a “brute force iterative randomizer” and is executed as follows:

1. The district team list is sorted in order of cumulative district points earned as described in [District Events](#).
2. The list is divided into quartiles based on rank (e.g. the 1st quartile has the top 25% ranked teams)
3. Division assignments are randomly generated using equal contribution from each quartile
4. Three (3) criteria are calculated for each division:
 - a. Average strength: The arithmetic mean of the district point values of teams in a division
 - b. Distribution of strength: The Signal to Noise Ratio (SNR) of the district point values of teams in a division. SNR is calculated as follows:

$$SNR = 10(\log \frac{\bar{x}^2}{\sigma^2})$$

$\bar{x}$ = arithmetic mean of the district points in a division

σ = standard deviation of the district points in a division

- c. Distribution of strength for “top” teams: The SNR of the district point values of teams in the 1st quartile of a division.
5. The three (3) criteria for each division are compared to the other division(s). If the difference between the division’s value and any other division’s value exceeds the limits in Table 11-9, the criteria is not met.

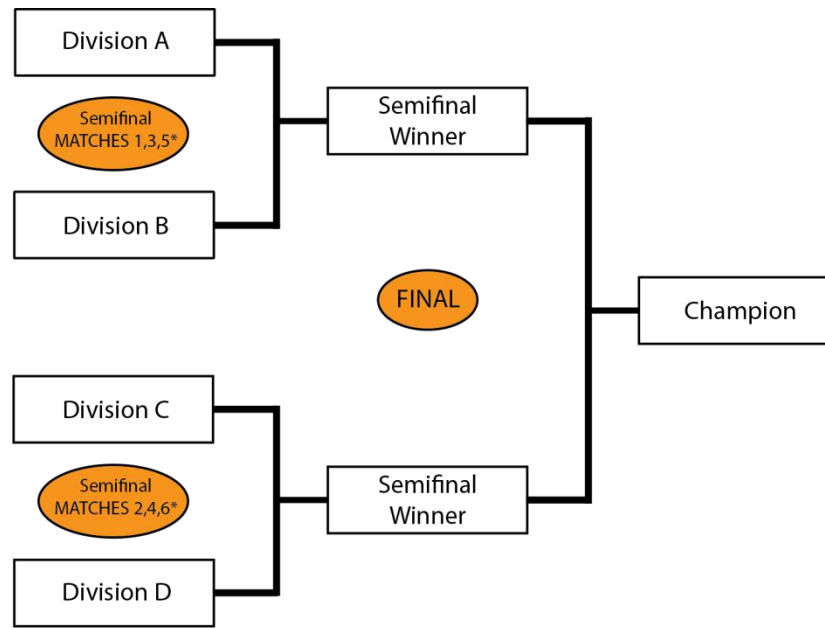
Table 11-9 District Championship Division Evaluation Limits

	Two (2) Divisions	Four (4) Divisions
Average strength	1	2
Distribution of strength	1	2.5
Distribution of strength for “top” teams	1.5	2

6. If all three (3) criteria met, event organizers publish the assignments. If any of the three (3) criteria are not met, assignments are rejected, and the process returns to Step 3.

In these cases:

- Division winning ALLIANCES play each other in District Championship Playoffs, employing the bracket below that corresponds to their District, until a winning ALLIANCE for the event is determined.



*If necessary

Figure 11-5 FIRST in Michigan District Championship Playoff Bracket

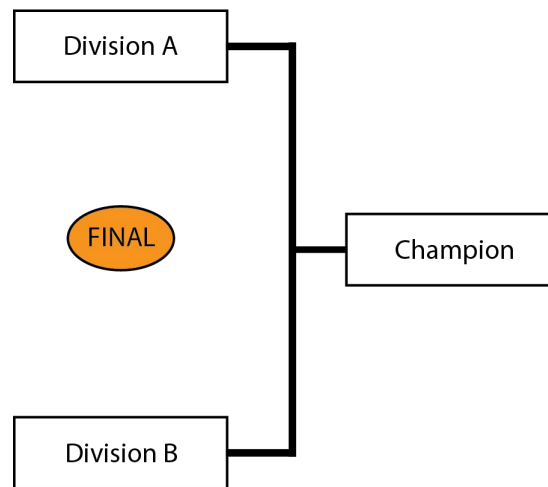


Figure 11-6 Chesapeake District Championship Playoff Bracket

- Teams participating in District Championship Playoffs earn Playoff round performance District points as described in [Playoff Round Performance](#).
- If an ALLIANCE in a District Championship Playoff has not yet adopted a BACKUP ROBOT per [BACKUP TEAMS](#), the ALLIANCE CAPTAIN may bring in only the highest seeded team from their Division's pool of available teams to join its ALLIANCE.

11.9 参加 FIRST 总决赛的条件

FIRST 将邀请符合以下条件的队伍参加 FIRST 总决赛

- A. 赛季前就已获得资格的队伍

FIRST 名人堂队伍

自 1992 年就存在且从未解散的队伍

2019 FIRST 总决赛冠军

2019 FIRST 总决赛工程启发奖获得者

2019 FIRST 总决赛主席奖最后轮评选入围者

B. 2020 区域赛晋级队伍

具有晋级资格的队伍（不含参加区域赛的地方赛队伍）

- a) 区域赛主席奖
- b) 区域赛工程启发奖
- c) 区域赛新秀全明星奖

区域赛冠军

获得外卡的队伍

C. 2020 地方赛总决赛晋级队伍

具有晋级资格的队伍

- a) 地方赛主席奖
- b) 地方赛工程启发奖
- c) 地方赛新秀全明星奖

地方赛总决赛冠军

地方赛总积分最终排名排前列的队伍（依次入选直至地方赛晋级总决赛的名额满为止）

11.9.1 外卡

外卡用来让额外的区域赛队伍晋级 FIRST 总决赛。

All Regional events have a minimum of one (1) Wild Card slot. Additional Wild Cards are generated as follows 所有区域赛会产生至少一张外卡，依据以下情况会额外产生新的外卡：

- A.** 参赛前已获得晋级 FIRST 总决赛资格的队伍（符合上文中 [Advancement to the FIRST Championship](#), 的 A 和 B 的情况）获得了所参加的区域赛 1 种晋级资格（符合上文中 [Advancement to the FIRST Championship](#), B 所列举的晋级资格），多产生 1 张外卡。
- B.** 获得所参加区域赛两种晋级资格的队伍（上文中 [Advancement to the FIRST Championship](#), B 所列举的晋级资格，比如同时获得主席奖和区域赛冠军），多产生 1 张外卡。
- C.** 参赛前已获得晋级 FIRST 总决赛资格的队伍（符合上文中 [Advancement to the FIRST Championship](#), 的 A 和 B 的情况）获得了所参加的区域赛 2 种晋级资格（符合上文中 [Advancement to the FIRST Championship](#), B 所列举的晋级资格），多产生 2 张外卡。

外卡只会给区域赛亚军联盟的队伍，从联盟队长所在队伍开始给起，接着给予联盟选择 [ALLIANCE Selection Process](#) 中第一选择的队伍，然后直到外卡给完或亚军联盟无队伍可给。

如果外卡所给的亚军联盟队伍已经有了晋级 FIRST 总决赛的资格，那么外卡就会给联盟中的下一个队伍。

未使用的外卡名额不会被回填或替换。

如果队伍拒绝了外卡，那么此外卡会标记未使用，无法给其他队伍

在 FIRST 总决赛候选名单中被选上的队伍不会产生外卡，因为此种晋级资格不属于 A 所列举的晋级资格。

11.9.2 地方赛队伍参加 FIRST 总决赛的条件（不作翻译）

Districts receive the percentage of 'available slots' at their assigned *FIRST* Championship location, rounded up to the nearest whole slot, equal to the percentage of teams they have in their District compared to the total of all *FIRST* Robotics Competition teams in the current season who would normally be assigned to their *FIRST* Championship location. 'Available slots' are calculated by taking the total number of slots at each *FIRST* Championship location, subtracting the number of pre-qualified teams assigned to that location, and also subtracting a 10% allowance for waitlisted teams, as Districts are still allowed to send waitlisted teams to the *FIRST* Championship. Further, this overall calculation uses a 'snapshot' of teams that have registered and paid as of a specific day a week or so after season payment due.

If a District team earns a slot to the *FIRST* Championship within the season, but is not able to attend, the top ranked team who has not yet been offered a slot is given the opportunity, and so on, until all slots are filled. Slots for pre-qualified teams will not be backfilled.

Table 11- 10 outlines the District Championship allocations for 2020. Districts determine the number of Dean's List, Chairman's, Rookie All Star, and Engineering Inspiration Awards to present at their Championship, within a range established by *FIRST*. The team counts are based on the team representation of the respective District at the respective Championship. For the awards, ranges are developed by using ratios agreed upon by *FIRST* and District Leadership. These ranges allow each District to represent their own community as they see fit.

For the Chairman's Award, the ratios range from one (1) Chairman's Award team for every eighteen (18) Championship District teams to one (1) Chairman's Award team for every nine (9) Championship District teams.

For the Dean's List Award, the ratios range from one (1) Dean's List Finalist for every nine (9) Championship District teams to one (1) Dean's List Finalist for every six (6) Championship District teams.

Table 11- 10 District slot allocation for FIRST Championship

			Chairman's Award			Dean's List Award			Engineering Inspiration Award			Rookie All Star Award		
	FIRST Championship Slots	FIRST Championship Normalized Slots	Max Ratio	Min Ratio	District Selection	Max Ratio	Min Ratio	District Selection	Min	Max	District Selection	Min	Max	District Selection
			18	9		9	9							
FIRST Championship: Detroit														
FIRST Chesapeake	20		1	2	2	2	3	3	1	2	2	1	2	1
FIRST in Michigan	90		5	10	5	10	15	15	1	2	1	1	2	2
FIRST Mid-Atlantic	21		1	2	2	2	4	4	1	2	2	1	2	1
Indiana FIRST	10		1	1	1	2	2	2	1	2	1	1	2	1
NE FIRST	33		2	4	4	4	6	6	1	2	2	1	2	1
Ontario	27		2	3	3	3	5	5	1	2	1	1	2	1
FIRST Championship: Houston														
FIRST Israel	13	11	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	2	1
FIRST in Texas	37	32	2	4	4	4	5	5	1	2	2	1	2	2
FIRST North Carolina	14	11	1	1	1	2	2	2	1	2	2	1	2	1
Pacific Northwest	28	12	1	3	3	3	4	4	1	2	2	1	2	1
Peachtree	16	24	1	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2

All Districts, regardless of Championship Slot allocation, may award one (1) or two (2) Engineering Inspiration and Rookie All-Star Awards.

Chairman's Award and Dean's List Award maximums and minimums are determined by ratios applied to a given District's Championship Slot allocations. However, Districts assigned to Houston have relatively larger Championship slot allocations for a given team count compared to Districts assigned to Detroit, and we did not want these larger allocations to skew award allocations. So, for the purposes of award allocations only, Championship slots for Houston Districts were 'normalized', as shown in the table, reducing the slots allocated to what they would have been if both Championship geographies had the same total number of FIRST Robotics Competition teams. This 'normalized' slot allocation was then used to determine award minimums and maximums. As noted, these normalized slot values are used only for award allocations. The Houston-assigned Districts still retain the full Championship Slots Allocated (the larger number) shown in the table.

11.10 FIRST 总决赛：新增与例外

在 2020 FIRST 总决赛中，参加队伍会分配进 6 个分赛区，分赛区队伍分配会遵循如下规则：

1. 新秀队伍（第一年参加的队伍）会随机取，一个接一个地，顺序分配进各分赛区（比如随机取 6 支队伍，每个分赛区分配 1 支，再取 6 支，每个赛区再各分配 1 支，直到所有新秀队伍都分配到一个分赛区）
2. 老队也是如此。

分赛区同样会通过资格赛 [Qualification MATCHES](#) 和淘汰赛 [Playoff MATCHES](#) 产生分赛区冠军。6 个分赛区冠军联盟在总决赛淘汰赛中，在“爱因斯坦”赛场上，角逐 2020 FRC 世界总冠军。参见 FIRST 总决赛淘汰赛 [FIRST Championship Playoffs](#)。

11.10.1 四支队伍的联盟

总决赛没有替补池，没有替补队伍。

因此在分赛区淘汰赛开始之前，联盟选择方式和原来的联盟选择 [ALLIANCE Selection Process](#) 一样，只不过需要选第三轮。

第三轮: 降序选择（从第一联盟到第八联盟），各联盟队长进行第三选择，直到各联盟有 4 支队伍。

分赛区的八大联盟可以选择四支队伍中的任意三支上场参加分赛区淘汰赛以及总决赛淘汰赛。这三支队伍称为上场阵容，不在上场阵容中的队伍可以派一人做代表进入联盟站。还可以派一名佩戴教练徽章的人作为顾问进到联盟站。

上场阵容在场地准备好比赛之前是保密的，直到场地里队号显示器显示队号公开各自上场阵容。

如果联盟在分赛区淘汰赛或总决赛淘汰赛距离开始还有 2 分钟之前不提交上场阵容，上场阵容将默认为联盟队长，第一选择队伍，第二选择队伍。如果默认上场阵容中有任何机器人无法比赛，那么联盟就必须用场地上剩下的机器人打比赛。

如果有联盟在他们的第一场分赛区或总决赛淘汰赛后提出更换上场阵容，联盟队长必须向裁判长或裁判长指定的代理人报告新阵容，且必须在上一场比赛结束之前提交（比如半决赛第二场的阵容必须在半决赛第一场结束之前提交）。如果裁判长很忙且他/她没有指定代理人，那么联盟队长需要站在提问区等候报告阵容更换。

一旦阵容公开，除非队伍叫暂停或场地暂停，阵容是无法更改的。如果想要更换阵容，联盟队长依然需要在暂停时间结束 2 分钟之前报告阵容更换。

案例：四个队伍组成了一个分赛区淘汰赛的联盟。在一场淘汰赛比赛中，队伍 C 的机器人发生了损坏。联盟决定让队伍 D 取代队伍 C。队伍 C 修复了他们的机器后，可以继续在接下来的比赛中代替 A, B, D。联盟中所有队伍都可以在获得分区赛冠军后，参加总决赛淘汰赛。

如果比赛因为赛场故障而重赛，上场阵容无法更改，原班阵容重赛，除非赛场故障导致机器人故障。

11.10.2 FIRST 总决赛 Pit 区成员

FIRST 在分赛区赛场里开联盟队长会议的时候会分发徽章给联盟队长。这些徽章是 Pit 区成员进入赛场的必要通行证。

T4. 只有佩戴了正确的徽章的队伍成员才会被允许进入分赛区及总决赛淘汰赛的赛场内

判罚：比赛在违规被纠正后才会开始。无法辨别身份的人必须离开赛场。

队伍必须设想好他们会被其他联盟选中，以及如何传递徽章，在联盟选择前指定一个预案。联盟队长是负责分发徽章给 Pit 区成员的。

11.10.3 总决赛淘汰赛

6 个分赛区冠军将进行循环赛来确定 2020 FRC 世界总冠军。每个分赛区冠军都会有机会和其他分赛区冠军打一场比赛。比赛流程见表 11-11 (Table 11-11)

Table 11-11 Championship MATCH order

Round	MATCH	休斯敦				底特律			
		Mass		Energy		Mass		Energy	
		Red	Blue	Red	Blue	Red	Blue	Red	Blue
1	1	Carver	Turing			Archimedes	Tesla		
	2			Galileo	Roebing			Carson	Darwin
	3	Hopper	Newton			Curie	Daly		
2	4			Carver	Roebing			Archimedes	Darwin
	5	Turing	Newton			Tesla	Daly		
	6			Galileo	Hopper			Carson	Curie
3	7	Carver	Newton			Archimedes	Daly		
	8			Roebing	Hopper			Darwin	Curie
	9	Turing	Galileo			Tesla	Carson		
4	10			Hopper	Carver			Curie	Archimedes
	11	Newton	Galileo			Daly	Carson		
	12			Roebing	Turing			Darwin	Tesla
5	13	Galileo	Carver			Carson	Archimedes		
	14			Hopper	Turing			Curie	Tesla
	15	Newton	Roebing			Daly	Darwin		

分赛区名翻译:

休斯敦总决赛 Carver 卡佛, Turing 图灵, Hopper 霍普, Newton 牛顿, Galileo 伽利略, Roebing 罗布林
底特律总决赛 Archimedes 阿基米德, Tesla 特斯拉, Curie 居里, Daly 达利, Carson 卡森, Darwin 达尔文

在总决赛淘汰赛, 联盟不会获得 RP 分, 而是获得总决赛积分, 总决赛积分由联盟在循环赛的表现而给予:

- A. 获胜拿 2 分
- B. 落败拿 0 分
- C. 平局拿 1 分

以下是例外情况:

- D. 被主裁判取消当前场次比赛资格的队伍, 其联盟无论胜负获得 0 分

累积的总决赛积分再除以循环赛场次, 得到总决赛排名分 (Championship Score, CS)

所有参加循环赛的联盟都按总决赛排名分来排名次。如果出席的队伍数量为'n', 则他们排名为'1'到'n', 其中'1'为排名最高的队伍, 'n'为排名最低的队伍。

Table 11-12 Einstein Tournament Ranking Criteria

优先顺序	评分依据
1st	总决赛排名分
2nd	累积自动阶段得分
3rd	累积比赛最终阶段得分
4th	累积手动阶段能量电池和控制圆盘得分
5th	如果平局导致无法决定哪支队伍进入后面的比赛，另一场比赛将会在两支受影响的联盟间进行。 如果平局发生在两个晋级的联盟间，那么 FMS 随机决定平局队伍的联盟颜色。

循环赛结束后，排名最高的两个联盟将进入最终决赛（Einstein Finals）。在最终决赛中，联盟只有胜负平三种结果。先获得两场胜利的联盟将成为 2020 FRC 全球总冠军。

在最终决赛中，如果双方被认定打成平局，需要重赛。在这种情况下，上场阵容可以改变。

11.10.4 FIRST 总决赛的暂停时间

队伍在最终决赛中不允许叫暂停。

本章完

12 词汇表

GLOSSARY

术语名称	定义（保留英文原文便于队伍对照，中文解释已在各章节中翻译）
ACTIVATED 激活	During TELEOP, the state of a SHIELD GENERATOR Stage that has reached CAPACITY and, if required, has the corresponding CONTROL PANEL action successfully completed.
ACTIVE DEVICE 主动设备	any device capable of dynamically controlling and/or converting a source of electrical energy by the application of external electrical stimulus
ALLIANCE 联盟	a cooperative of up to four (4) FIRST Robotics Competition teams
ALLIANCE CAPTAIN 联盟队长	The designated student representative from each ALLIANCE in a Playoff MATCH
ALLIANCE STATION 联盟站	a 30-ft. (~914 cm) wide by 10 ft. 9⅞ in. (~328 cm) to 12 ft. 10⅞ in. (~393 cm) deep infinitely tall volume formed by, and including the ALLIANCE WALL, the edge of the carpet, and ALLIANCE colored tape
ALLIANCE WALL 联盟墙	The ALLIANCE WALL is the structure that separates ROBOTS from DRIVERS, COACHES, and HUMAN PLAYERS. It consists of three (3) PLAYER STATIONS, the LOADING BAY, and the POWER PORT. ALLIANCE WALLS define the short edges of the FIELD and, along with the guardrails, prevent ROBOTS from exiting the FIELD during the MATCH
ARENA 赛场	all elements of the game infrastructure that are required to play INFINITE RECHARGE SM : the FIELD, POWER CELLS, and all equipment needed for FIELD control, ROBOT control, and scorekeeping
ARENA FAULT 赛场故障	an error in ARENA operation
AUTO 自动阶段	The first phase of each MATCH is called Autonomous (AUTO) and consists of the first fifteen (0:15) seconds.
BACKUP TEAM 替补队五	The team whose ROBOT and DRIVE TEAM replaces another ROBOT and DRIVE TEAM on an ALLIANCE during the Playoff MATCHES
BOM 物料清单	Bill of Material
BOTTOM PORT 底部接口	a 10 in. (~25 cm) tall, 2 ft. 10 in. (~86 cm) wide rectangle. The bottom edge is 1 ft. 6 in. (~46 cm) above the carpet.
BOUNDARIES 边界线	3 in. (~8 cm) wide, 1 in. (~3 cm) tall steel barriers that divide the area inside the SHIELD GENERATOR into four (4) equal sized rectangles that are 5 ft. 3¾ in. (~162 cm) wide by 5 ft. 10⅞ in. (~180 cm) deep.
BUMPERS 保险杠	a required assembly which attaches to the ROBOT frame
BUMPER ZONE 保险杠区域	the volume contained between the floor and a virtual horizontal plane 7½ in. (~19 cm) above the floor in reference to the ROBOT standing normally on a flat floor
BYPASSED “忽略”状态	the state assigned to any ROBOT which is unable or ineligible to participate in that MATCH as determined by the FTA, LRI, or Head REFEREE

术语名称	定义（保留英文原文便于队伍对照，中文解释已在各章节中翻译）
CAPACITY 满格能量状态	the number of POWER CELLS, defined in Table 4- 1, that must be scored to charge each stage.
COACH 教练	a precollege student or adult mentor member of the DRIVE TEAM who acts as a guide or advisor
COMPONENT 部件	any part in its most basic configuration, which cannot be disassembled without damaging or destroying the part or altering its fundamental function
CONTROL 控制	A. Manipulating a POWER CELL such that the POWER CELL is fully supported by the ROBOT, B. the POWER CELL travels across the FIELD such that when the ROBOT changes direction, the POWER CELL travels with the ROBOT, or the ROBOT is holding a POWER CELL against a FIELD element in attempt to guard or shield it.
CONTROL PANEL 控制圆盘	a 2 in. (~5 cm) tall, 2 ft. 8 in. (~81 cm) diameter disk constructed of two pieces of ¼ in. (~6 mm) thick polycarbonate, spaced apart by ten ½ in. (~13 mm) diameter metal spacers at regular intervals.
CORRAL 围栏	the collection area for scored POWER CELLS located at the rear base of the POWER PORT
COTS 商业现货	Commercial off the Shelf, a standard (i.e. not custom order) part commonly available from a VENDOR for all teams for purchase
CUSTOM CIRCUIT 定制线路	any electrical COMPONENT of the ROBOT other than motors, pneumatic solenoids, roboRIO, PDP, PCM, VRM, RSL, 120A breaker, motor controllers, relay modules (per R29-B), wireless bridge, electrical solenoid actuators, or batteries
DISABLED 停机	the state in which a ROBOT is commanded to deactivate all outputs, rendering the ROBOT inoperable for the remainder of the MATCH
DISQUALIFIED 取消资格	the state of a team in which they receive zero (0) MATCH points and zero (0) Ranking Points in a Qualification MATCH or causes their ALLIANCE to receive zero (0) MATCH points in a Playoff MATCH
DRIVER 操控手	a precollege student member of the DRIVE TEAM who is an operator and controller of the ROBOT
DRIVE TEAM 操控组	a set of up to five (5) people from the same FIRST Robotics Competition team responsible for team performance for a specific MATCH.
ENDGAME 比赛最终阶段	The final thirty (0:30) seconds of TELEOP
ENERGIZED 可启动状态	Stage 3 ACTIVATED
FABRICATED ITEM 加工件	any COMPONENT or MECHANISM that has been altered, built, cast, constructed, concocted, created, cut, heat treated, machined, manufactured, modified, painted, produced, surface coated, or conjured partially or completely into the final form in which it will be used on the ROBOT
FIELD 场地	26 ft. 11¼ in. (~821 cm) by 52 ft. 5¼ in. (~1598 cm) carpeted area bound by and including the inward- and upward-facing surfaces of the guardrails and inward-facing surfaces of the ALLIANCE WALLS (except Chute surfaces and any surface beyond the face of the POWER

术语名称	定义（保留英文原文便于队伍对照，中文解释已在各章节中翻译）
	PORT).
FIELD STAFF 场地工作人员	REFEREES, FTAS, or other staff working around the FIELD
FMS 场地控制系统	the electronics core responsible for sensing and controlling the <i>FIRST</i> Robotics Competition FIELD. The FMS encompasses all FIELD electronics, including computers, REFEREE touchscreens, wireless access point, sensors, stack lights, E-Stops, etc.
FOUL 犯规	a credit of three (3) points towards the opponent's MATCH score
FRAME PERIMETER 外围框架	fixed, non-articulated structural elements of the ROBOT contained within the BUMPER ZONE
FTA FIRST 技术顾问	a <i>FIRST</i> Technical Advisor
GENERATOR SWITCH 护盾开关	a 7 ft. 6 in. (~229 cm) wide, 10 ft. 1½ in. deep (~309 cm), and 4 ft. 6 in. (~137 cm) tall assembly that swings from the top of the SHIELD GENERATOR.
HANDLE 拉手装置	a structure that consists of a RUNG and the supporting structure below the horizontal beam of the GENERATOR SWITCH.
HANGING 悬挂	A ROBOT that five (5) seconds after the ARENA timer displays zero (0) following TELEOP, it is fully supported (either directly or transitively) by its GENERATOR SWITCH.
HUMAN PLAYER 人类选手	a pre-college student DRIVE TEAM member who acts as a POWER CELL manager
INITIATION LINE 初始线	a white tape line spanning the width of the FIELD and located 10 ft. (~305 cm) from the face of PLAYER STATION 2 to the near edge of the tape.
INNER PORT 内部接口	a 1 ft. 1 in. (~33 cm) diameter circle concentric with and 2 ft. 5¼ in. (~74 cm) behind (i.e. on the ALLIANCE STATION side of) the OUTER PORT. The center is 8 ft. 2¼ in. (~249 cm) above the carpet.
KOP 零件套件	Kit of Parts, the collection of items listed on the current season's Kickoff Kit Checklists, distributed to the team via <i>FIRST</i> Choice in the current season, or paid for completely (except shipping) with a Product Donation Voucher (PDV) from the current season
LEVEL 水平状态	the RUNG is within 8 degrees of horizontal.
LINEUP 上场阵容	The list of three (3) teams participating in the MATCH and their selected PLAYER STATIONS
LOADING BAY 装载站	a 6 ft. 6 in. (~198 cm) tall by 5 ft. (~152 cm) wide structure located between PLAYER STATIONS 2 and 3.
LOADING ZONE 装载区	a 5 ft. (~152 cm) wide, 2 ft. 6 in. (~76 cm) deep infinitely tall volume with a triangular base bounded by the LOADING BAY and ALLIANCE colored tape.
LRI 首席机器检查员	a Lead ROBOT Inspector
MATCH 比赛	a two (2) minute and thirty (30) second period of time in which ALLIANCES play INFINITE RECHARGE
MECHANISM 机械原理	a COTS or custom assembly of COMPONENTS that provide specific functionality on the ROBOT
MXP MXP 接口	myRIO Expansion port, the expansion port on the roboRIO
OPERATIONAL 可运作状态	earning at least sixty-five (65) ENDGAME

术语名称	定义（保留英文原文便于队伍对照，中文解释已在各章节中翻译）
OPERATOR CONSOLE 操控设备	the set of COMPONENTS and MECHANISMS used by the DRIVERS and/or HUMAN PLAYER to relay commands to the ROBOT
OUTER PORT 外部接口	a regular hexagon that measures 2 ft. 6 in. (~76 cm) in height. The center of the OUTER PORT is 8 ft. 2¼ in. (~249 cm) above the carpet.
PASSIVE CONDUCTORS 无源导体	any device or circuit whose capability is limited to the conduction and/or static regulation of the electrical energy applied to it (e.g. wire, splices, connectors, printed wiring board, etc.)
PCM 启动控制模块	a Pneumatic Control Module
PDP 配电板	a Power Distribution Panel
PINNING 紧贴	preventing the movement of an opponent ROBOT by contact
PLAYER STATION 选手站	one (1) of three (3) assigned positions in an ALLIANCE WALL from where a DRIVE TEAM operates their ROBOT.
POSITION CONTROL 位置控制	Rotate CONTROL PANEL so a specified color aligns with the sensor for at least five (5) seconds.
POWER CELL 能量电池	a yellow 7 in. (~18 cm) diameter Medium Bounce Dino-Skin foam ball. The <i>FIRST</i> logo is printed on each ball in black ink. The ball is made by Flaghouse (PN 1892 YEL) and sold by AndyMark (PN AM-4200)
POWER PORT 能量接口	a 10 ft. 2¼ in. (~310 cm) tall by 4 ft. (~122 cm) wide (excluding backboards) structure and is located between PLAYER STATIONS 1 and 2.
RED CARD 红牌	a penalty assessed for egregious ROBOT or team member behavior or rule violations which results in a team being DISQUALIFIED for the MATCH
REFEREE 裁判	an official who is certified by <i>FIRST</i> to enforce the rules of INFINITE RECHARGE
RENDEZVOUS POINT 汇合点	a 5 ft. 6¾ in. (~170 cm) wide, 12 ft. 6¾ in. (~383 cm) deep, infinitely tall volume formed by the ALLIANCE colored BOUNDARIES and the black BOUNDARY pair that divides the Red and the Blue BOUNDARIES.
ROBOT 机器人	an electromechanical assembly built by the <i>FIRST</i> Robotics Competition team to play the current season's game and includes all the basic systems required to be an active participant in the game –power, communications, control, BUMPERS, and movement about the field.
ROTATION CONTROL 旋转控制	Rotate CONTROL PANEL at least three (3) (but no more than five (5)) complete revolutions in the same direction.
RP 晋级分	a Ranking Point
RS 排名分	the Ranking Score
RSL 机器人信号灯	a ROBOT Signal Light
RUNG 横杆	a 1¼ in. schedule 40 aluminum pipe (1.66 in. (~4 cm) outer diameter) with two (2) exposed 4 ft. 7⅝ in. (~141 cm) long sections.
SECTOR 红/蓝方区域	A 26 ft. 11¼ in. (~821 cm) wide by 10 ft. 2 in. (~310 cm) deep infinitely tall volume formed by an ALLIANCE'S ALLIANCE WALL, guardrail, and INITIATION LINE. The SECTOR includes the INITIATION LINE.
SHIELD GENERATOR 护盾开关	a 14 ft. 1½ in. (~431 cm) wide, 15 ft. ¾ in. (~459 cm) deep, and 9 ft. 6½ in. (~291 cm) tall structure located in the center of the field, oriented at a 22.5 degree angle relative to the guardrails.
SIGNAL LEVEL	circuits which draw ≤1A continuous and have a source incapable of

术语名称	定义（保留英文原文便于队伍对照，中文解释已在各章节中翻译）
信号级别	delivering >1A, including but not limited to roboRIO non-PWM outputs, CAN signals, PCM Solenoid outputs, VRM 500mA outputs and Arduino outputs
STARTING 开始状态 CONFIGURATION	the physical configuration in which a ROBOT starts a MATCH
STARTING LINE 开始线	a white tape line spanning the width of the carpet and located 2 ft. 4 in. (~71 cm) from the back of the PLAYER STATION 2 diamond plate panel to the near edge of the tape.
SURROGATE 替补	a team randomly assigned by the FIELD Management System to play an extra Qualification MATCH
TARGET ZONE 目标区域	a 4 ft. (~122 cm) wide, 2 ft. 6 in. (~76 cm) deep infinitely tall volume with a triangular base bounded by the POWER PORT and ALLIANCE colored tape.
TECH FOUL 技术犯规	a credit of fifteen (15) points toward the opponent's MATCH score
TECHNICIAN 技术员	a precollege student member of the DRIVE TEAM who is a resource for ROBOT troubleshooting, setup, and removal from the FIELD
TELEOP 自动阶段	The second phase of each MATCH is called the Teleoperated Period (TELEOP) and consists of the remaining two minutes and fifteen seconds (2:15).
TIMEOUT 暂停时间	a period of up to six (6) minutes between MATCHES which is used to pause Playoff MATCH progression
TRENCH 壕沟	a 3 ft. ½ in. (~93 cm) tall, 4 ft. 8 in. (~142 cm) wide, and 3 ft. 5½ in. (~105 cm) deep structure that forms a 4 ft. 4 in. (~132 cm) wide, 2 ft. 4 in. (~71 cm) tall, and 2 ft. 6 in. (~76 cm) deep tunnel.
TRENCH RUN 壕沟通道	a 4 ft. 7 ½ in. (~141 cm) wide, 18 ft. (~549 cm) deep, infinitely tall volume that is bounded by the guardrail, the edge of the TRENCH vertical support closest to the center of the FIELD, and ALLIANCE colored tape.
VENDOR 商家或供应商	a legitimate business source for COTS items that satisfies all the criteria listed in the Robot Construction Rules' Overview section.
VRM 电压调节模块	a Voltage Regulator Module
YELLOW CARD 黄牌	a warning issued by the Head REFEREE for egregious ROBOT or team member behavior or rule violations. A subsequent YELLOW CARD within the same tournament phase results in a RED CARD

本章完